



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی  
مرکز سلامت محیط و کار



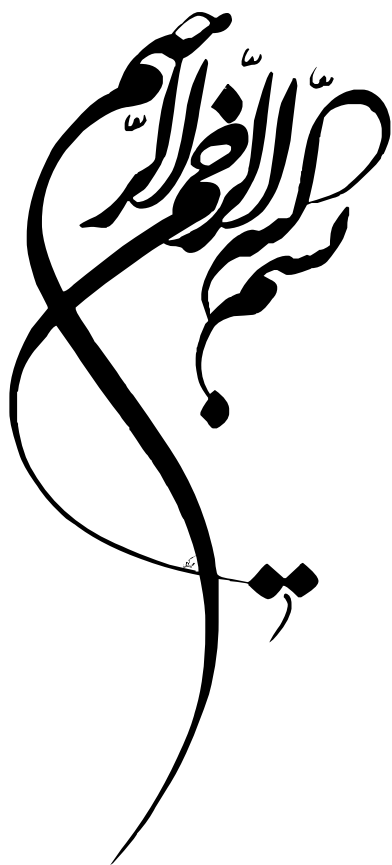
دانشگاه علوم پزشکی تهران  
رژیم‌شناسی و تغذیه

# راه‌نمای کنترل سرب در محیط کار



زادگان، دست‌افزار، راه‌نمای تخصصی مکان‌های صنعت محیط و کار

۲۰۵۰۲۰۲-۰۹۰۲-۱





# راهنمای کنترل سرب در محیط کار

الزامات، دستورالعمل ها و، بنمودهای تخصصی مرکز سلامت محیط و کار

مرکز سلامت محیط و کار

پژوهشگاه محیط زیست

-عنوان گاید لاین: راهنمای کنترل سرب در محیط کار

- کد الزامات: ۱-۰۹۰۲-۲۰۵۰۲۰۲

-تعداد صفحات: ۱۰۵

### مرکز سلامت محیط و کار:

تهران- خیابان حافظ تقاطع جمهوری- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی- مرکز سلامت محیط و کار

تلفن: ۰۲۱-۶۶۷۰۷۶۳۶، دورنگار: ۰۲۱-۶۶۷۰۷۴۱۷

[www.markazsalamat.ir](http://www.markazsalamat.ir)

### پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران:

تهران - میدان انقلاب - خیابان کارگر شمالی -نرسیده به بلوار کشاورز- پلاک ۱۵۴۷ طبقه هشتم

تلفن: ۰۲۱-۸۸۹۷۸۳۹۹، دورنگار: ۰۲۱-۸۸۹۷۸۳۹۸

<http://IER.tums.ac.ir>

### کمیته فنی تدوین راهنما

نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی /سمت	محل خدمت
دکتر عبدالرحمن بهرامی	استاد/ رئیس کمیته	دانشگاه علوم پزشکی همدان
دکتر نوشین راستکاری	استادیار/ عضو کمیته	پژوهشکده محیط زیست
دکتر احمد نیک پی	استادیار	دانشگاه علوم پزشکی قزوین
مهندس فاضله کتایون مدیری	کارشناس/ دبیر کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس فاطمه صادقی	کارشناس/ عضو کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس مهدی علی گل	کارشناس/ عضو کمیته	مرکز سلامت محیط و کار
مهندس لیلا یعقوبی	کارشناس/ عضو کمیته	پژوهشکده محیط زیست
مهندس فائزه ایزدپناه	کارشناس/ عضو کمیته	پژوهشکده محیط زیست

از جناب آقای دکتر احمد نیک پی که در تهیه این پیش نویس زحمات زیادی را متقبل شده اند صمیمانه سپاسگزاری می گردد.

## فهرست

۵	فهرست
۱	۱- مقدمه
۲	۲- اهداف
۲	۳- اصطلاحات و تعاریف
۵	۴- تولید سرب و ترکیبات آن
۵	۴-۱ استخراج از معادن سرب
۵	۴-۲ ذوب و پالایش سرب
۵	۵- مصارف سرب و ترکیبات آن
۶	۵-۱ صنایع باتری سازی
۷	۵-۲ مصارف سوختی
۷	۵-۳ صنایع کابل سازی
۷	۵-۴ صنایع شیمیایی
۷	۵-۵ صنایع رنگ سازی
۸	۵-۶ صنایع سرامیک سازی
۸	۵-۷ صنایع شیشه سازی
۹	۵-۸ صنعت ساختمان سازی
۹	۵-۹ سایر مصارف
۱۰	۶- متابولیسم سرب
۱۰	۶-۱ جذب از راه دستگاه تنفس
۱۱	۶-۲ جذب از راه دستگاه گوارش
۱۲	۶-۳ جذب از راه پوستی
۱۲	۶-۴ توزیع و نگهداری سرب
۱۳	۶-۵ دفع سرب

۱۳	۷- فاکتورهای موثر بر مسمومیت
۱۳	۷-۱ سن و جنس
۱۳	۷-۲ تغییرات فصلی
۱۳	۷-۳ تغذیه
۱۴	۸- اثرات بهداشتی ناشی از تماس با سرب
۱۴	۸-۱ مسمومیت خفیف
۱۴	۸-۲ مسمومیت خفیف تا متوسط
۱۴	۸-۳ مسمومیت شدید
۱۴	۹- اثرات بهداشتی سرب در دوران بارداری
۱۵	۱۰- مشاغل در معرض تماس با سرب
۱۶	۱۱- گروه های حساس به کار با سرب
۱۷	۱۲- حد مجاز سرب و ترکیبات آن در هوای تنفسی
۱۷	۱۲-۱ سطح عمل
۱۷	۱۲-۲ سطح تعلیق
۱۸	۱۳- ارزیابی ریسک
۱۸	۱۳-۱ اهداف حاصل از ارزیابی ریسک
۱۸	۱۳-۲ نکات مهم در انجام ارزیابی ریسک های بهداشتی کار با سرب
۲۰	۱۳-۳ بازنگری برنامه ارزیابی ریسک
۲۱	۱۴- اندازه گیری غلظت سرب در هوای تنفسی
۲۲	۱۴-۱ اصول کلی نمونه برداری از هوا
۲۳	۱۴-۲ استراتژی نمونه برداری
۲۴	۱۴-۳ روش اندازه گیری سرب در هوای تنفسی
۲۵	۱۴-۴ تفسیر نتایج اندازه گیری سرب در هوای تنفسی
۲۶	۱۴-۵ فواصل انجام اندازه گیری سرب در هوای تنفسی
۲۶	۱۴-۶ نگهداری اطلاعات نمونه برداری هوا
۲۷	۱۵- کنترل تماس با سرب در محیط کار
۳۰	۱۵-۱ حذف سرب از فرایند

۳۰	۲-۱۵ جایگزینی
۳۲	۳-۱۵ کنترل های مهندسی
۴۸	۴-۱۵ اصلاح فرایند
۵۰	۵-۱۵ کنترل های اجرایی
۷۵	۶-۱۵ تجهیزات حفاظت فردی
۸۱	۷-۱۵ برنامه حفاظت تنفسی
۸۴	۸-۱۵ بهداشت فردی
۸۵	۱۶- برخورد با شرایط اضطراری
۸۶	۱۷- انتقال سرب از محیط کار به منزل
۸۷	۱۸- وظایف کارفرمایان در راستای ارتقاء کیفیت محیط کار
۸۹	۱۹- وظایف کارگران در راستای ارتقاء کیفیت محیط کار
۹۶	مراجع



## پیشگفتار

یکی از برنامه های مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی تدوین و انتشار رهنمودهای مربوط به حوزه ها و زمینه های مختلف بهداشت محیط و حرفه ای و سایر موضوعات مرتبط است که با بهره گیری از توان علمی و تجربی همکاران متعددی از سراسر کشور، انجام شده است. در این راستا سعی شده است ضمن بهره گیری از آخرین دستاوردهای علمی، از تجربه کارشناسان و متخصصین حوزه ستادی مرکز سلامت محیط و کار نیز استفاده شود و در مواردی که در کشور قوانین، مقررات و دستورالعمل های مدونی وجود دارد در تدوین و انتشار این رهنمودها مورد استناد قرار گیرد. تمام تلاش کمیته های فنی مسئول تدوین رهنمودها این بوده است که محصولی فاخر و شایسته ارائه نمایند تا بتواند توسط همکاران در سراسر کشور و کاربران سایر سازمان ها و دستگاههای اجرائی و بعضاً عموم مردم قابل استفاده باشد ولی به هر حال ممکن است دارای نواقص و کاستی هایی باشد که بدینوسیله از همه متخصصین، کارشناسان و صاحب نظران ارجمند دعوت می شود با ارائه نظرات و پیشنهادات خود ما را در ارتقاء سطح علمی و نزدیکتر کردن هر چه بیشتر محتوای این رهنمودها به نیازهای روز جامعه یاری نمایند تا در ویراست های بعدی این رهنمودها بکار گرفته شود. با توجه به دسترسی بیشتر کاربران این رهنمودها به اینترنت، تمام رهنمودهای تدوین شده بر روی تارگاہ های وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی (وبدا)، معاونت بهداشتی، پژوهشکده محیط زیست دانشگاه علوم پزشکی تهران و مرکز سلامت محیط و کار قرار خواهد گرفت و تنها نسخ بسیار محدودی از آنها به چاپ خواهد رسید تا علاوه بر صرفه جویی، طیف گسترده ای از کاربران به آن دسترسی مداوم داشته باشند.

اکنون که با یاری خداوند متعال در آستانه سی و چهارمین سال پیروزی انقلاب شکوهمند اسلامی این رهنمودها آماده انتشار می گردد، لازم است از زحمات کلیه دست اندرکاران تدوین و انتشار این رهنمودها صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم و پیشاپیش از کسانی که با ارائه پیشنهادات اصلاحی خود ما را در بهبود کیفیت این رهنمودها یاری خواهند نمود، صمیمانه سپاسگزاری نمایم.

**دکتر کاظم ندافی**

**رئیس مرکز سلامت محیط و کار**

## ۱- مقدمه

سمیت سرب هزاران سال است که برای انسان شناخته شده است. علیرغم شناختی که نسبت به سمیت این عنصر وجود دارد هنوز هم درگستره وسیعی از صنایع مصرف می شود. اداره خدمات بهداشت عمومی آمریکا ۱۱۳ حرفه را که در آنها شخص به اقتضای شغلی در معرض تماس با سرب است معرفی نموده است. سرب پس از آهن دومین فلز پر مصرف صنعتی محسوب می شود. تماس با سرب از زمان انقلاب صنعتی رو به افزایش بوده است و در قرن اخیر به خاطر استفاده از بنزین حاوی سرب شدت گرفت، به طوری که مقدار سرب موجود در بدن انسان امروزی ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر انسان‌های قبل از دوران صنعتی شدن است. فعالیت های شغلی نظیر کار با پودرها، مایعات و یا خمیرهای حاوی سرب، جارو کردن یا نظافت خشک محیط های آلوده به سرب، ذوب، سوزاندن، بریدن، سوراخ کردن، ماشین کاری، سند بلاست، تراشیدن، سائیدن، پرداخت کاری، ایچینگ یا جوشکاری سرب و ترکیبات حاوی سرب به طور مستقیم در معرض تماس تنفسی با گرد و غبار و یا فیوم های سرب هستند.

سرب و ترکیبات آن در دو شکل آلی و معدنی استفاده می شوند. سرب آلی کمتر متداول بوده و از خصوصیات و اثرات بهداشتی متفاوتی نسبت به سرب معدنی برخوردار است. در کشور ما به دنبال حذف سرب از بنزین در اوایل دهه ۸۰ تماس با سرب آلی تقریباً حذف شد. تماس با سرب معدنی و ترکیبات آن در محیط های شغلی به روش های تنفسی، گوارشی و پوستی انجام و زمینه ساز صدمات و مسمومیت سربی در کارگران می شود. سرب نه تنها سلامتی افرادی را که به اقتضای شغلی مجبور به تماس با آن هستند را به خطر می اندازد، بلکه یکی از شایع ترین آلاینده های زیست محیطی محسوب می شود که سلامتی جامعه و بویژه کودکان را به طور جدی به خطر می اندازد. کودکان در اثر تماس با رنگ های سربی به کار رفته در اسباب بازی ها و پوشش خوراکی ها و یا بر اثر تماس با سربی که توسط والدین شان از محیط کار به منزل آورده می شود به مسمومیت مزمن مبتلا می شوند. افرادی که در نزدیکی کارگاه های صنعتی و یا در شهرهای پرتراфик زندگی می کنند از شانس ابتلاء بالاتری به مسمومیت مزمن با سرب برخوردار هستند.

## ۲- اهداف

هدف از تهیه این سند تهیه دستورالعمل کار ایمن با سرب برای استفاده کارگران، کارشناسان ایمنی و بهداشت حرفه ای و کارفرمایان است.

## ۳- اصطلاحات و تعاریف

در این دستورالعمل یا رهنمود تخصصی اصطلاحات و یا واژه هایی با تعاریف زیر به کار می روند.  
**سرب:** واژه سرب اشاره به سرب، آلکیل های سرب، آلیاژهای سرب و هرگونه ترکیبات حاوی سرب که سرب به عنوان یکی از اجزاء تشکیل دهنده ماده یا مواد باشد اتلاق می شود که از طریق استنشاق، گوارش و یا تماس پوستی از قابلیت ورود و جذب در بدن برخوردار است.

**الکیل های سرب:** الکیل های سرب اشاره به تترا اتیل سرب و یا تترا متیل سرب دارد که تماس با آنها در فرایند های تولید، پالایش و پخش بنزین و تماس عموم مردم نیز از طریق تماس با دود خروجی از اگزوز اتومبیل ها می باشد.

**لعاب بدون سرب:** لعاب های مورد استفاده در فرایندهای تولید کاشی و سرامیک عمدتاً حاوی سرب هستند. لعاب حاوی کمتر از ۵/۰ درصد وزنی سرب به ازای وزن کل لعاب، لعاب بدون سرب<sup>۱</sup> می باشد.

**گرد و غبار:** ذرات معلق، که بر اثر انتشار از مواد پودری و یا فرایندهای صنعتی دارای فعالیت های مکانیکی نظیر خردایش و سایش تولید می شوند. ذرات تنفسی<sup>۲</sup> در محدوده سائزی ۱۰۰ - ۰/۰۱ و ذرات استنشاقی<sup>۳</sup> در محدوده سائزی کمتر از ۱۰ میکرومتر می باشند. در باریکه نوری منتشر شده در فضای کار ذرات تنفسی تا حدی قابل رؤیت هستند، ولی ذرات استنشاقی تا غلظت های چند ده میلی گرم در متر مکعب غیر قابل رویت هستند.

**فیوم:** ذرات بخار شده که بعد از انتشار در هوا کندانس شده و از توزیع سائزی در محدوده ۱ - ۰/۰۰۱ میکرومتر برخوردار هستند. فیوم ها تمایل به متراکم شدن دارند. ذرات فیوم تا حدی قابل رؤیت بوده و در غلظت مشابه فیوم، اسموگ و میست از قابلیت رؤیت بیشتری نسبت به گرد و غبار برخوردار هستند.

1 - leadless

2 -Inhalable Particles

3 -Respirable Particles

**محیط کار:** هر محل و یا بخشی از ساختمان و محوطه ای که کار در آن انجام می شود و شامل:  
- مکان های درون ساختمان و محوطه کاری که امکان و اجازه دسترسی به آن در حین کار به طور معمول وجود دارد.

- اتاق، لابی، راهرو، راه پله، راه و یا سایر مسیرهای تردد و یا تجمع کارگران

- راه های ورود و خروج به محل کار

- محل های جنبی (غذاخوری، نمازخانه و...) که جهت استفاده کارگران در حین کار فراهم شده است.

**فرایند:** راه تولید آلاینده های هوا برد. فرایند برش کاری، سند بلاست و....

**منبع:** جایی از فرایند که محل ورود آلاینده به محیط کار است.

**جوان:** افراد مذکر، که به سن ۱۸ سالگی نرسیده اند.

**زنان جوان مستعد بارداری:** زنان جوان که تمایل به بارداری دارند و کارگران زن کمتر از ۱۸ سال

**پایش زیستی:** اندازه گیری غلظت سرب در خون یا ادرار افراد در معرض تماس با سرب به روش های تأیید شده نظیر طیف سنجی جذب اتمی

**پایش هوا:** اندازه گیری غلظت سرب در هوای تنفسی کارگران در معرض تماس با روش های تأیید شده نظیر طیف سنجی جذب اتمی

**اقدامات کنترلی:** اقدامات انجام شده به منظور کاستن از میزان تماس با سرب به روش های جایگزینی، کنترل های مهندسی، اجرایی، تجهیزات حفاظت فردی و رعایت بهداشت حرفه ای.

**خطر بالقوه:**<sup>۱</sup> خصوصیات ذاتی سرب که از پتانسیل آسیب رسانی به سلامتی افراد برخوردار است.

**ریسک:** احتمال آسیب رسانی به سلامتی افراد در معرض تماس با سرب که تابع شرایط استفاده از سرب، میزان تماس و درجه آسیب های ایجاد شده است.

**ریسک ذاتی:**<sup>۲</sup> آلودگی دست و صورت به سرب و افزایش احتمال تماس گوارشی با سرب از طریق صرف غذا، نوشیدنی و یا استعمال سیگار با دست یا لباس آلوده به سرب.

**ارزیابی ریسک:** ارزیابی خطرات بهداشتی در افراد در معرض تماس با سرب.

1 -Hazard

2 -Substantial Risk

**وسایل حفاظت فردی:**<sup>۱</sup> تجهیزات و لباس هایی که جهت حفاظت از سلامتی کارگر در مقابل ریسک های بهداشتی ناشی از تماس با سرب استفاده می شوند.

**پزشک مسئول:** پزشک طب کار که مسئول انجام معاینات پزشکی کارگران در معرض تماس با سرب می باشد.

**نظارت پزشکی:**<sup>۲</sup> ارزیابی وضعیت سلامت افراد در معرض تماس با سرب با روش های بالینی و پایش زیستی.

**نگهداری:**<sup>۳</sup> بازرسی، بازدیدهای چشمی، سرویس، اقدامات اصلاحی و تعمیراتی بر روی ماشین آلات و تجهیزات فرایندی و سیستم های کنترلی. بخشی از این اقدامات توسط پرسنل فرایندی هم قابل انجام هستند.

**صفحه ایمنی مواد:** منبع اطلاعاتی مطمئن در زمینه آشنایی کارگران با ماده و نحوه کار ایمن با آن.

**قابل توجه یا معنی دار:**<sup>۴</sup> در افراد در معرض تماس با سرب اشاره به موارد زیر دارد، که اشتغال به کار در آنها منوط به ارزیابی ریسک و رعایت اقدامات کنترلی است.

- مکان هایی که کارکنان در معرض غلظت های هوابرد سرب در غلظتی بیش از یک دوم حد تماس شغلی توصیه شده باشند.

- مکان هایی که ریسک ذاتی تماس دهانی با سرب در آنها بالا است.

- مکان های با احتمال تماس پوستی با آلکیل های سرب و نفتالات سرب.

**سطح عمل:**<sup>۵</sup> غلظت هایی از سرب در هوای محیطی یا نمونه های خون و ادرار که به عنوان نقطه شروع اقدامات کنترلی محسوب می شوند. به منظور صیانت از سلامتی کارگران در معرض تماس با سرب با رسیدن غلظت به سطح عمل، بررسی شرایط کاری به منظور یافتن علت، بازنگری اقدامات کنترلی انجام شده و ارائه کنترل های جدید به منظور کاستن از سطح تماس ضرورت پیدا می کند.

**سطح تعلیق:**<sup>۶</sup> غلظتی از سرب در خون و یا ادرار (در خصوص آلکیل های سرب) که کارگر دیگر مجاز به ادامه فعالیت و کار با سرب نمی باشد.

1 - Personal Protective Equipment

2 - medical surveillance

3 -Maintenance

4 -significant

5 -Action level

6 - suspension level

**حدود مجاز مواجهه تماسی:**<sup>۱</sup> غلظت میانگین سرب در هوای نمونه برداری شده در طول یک دوره زمانی معین.

## ۴- تولید سرب و ترکیبات آن

### ۴-۱ استخراج از معادن سرب

سرب از سنگ معدن گالن (PbS)، سروسیت (PbCO<sub>3</sub>) و آنزلسیت (PbSO<sub>4</sub>) تولید و سایر فرآورده های آن از سرب خالص بدست می آیند. گالن مهمترین منبع اولیه استخراج سرب است که بیشتر به صورت ذخیره همراه با سایر کانی هایی که حاوی روی هستند وجود دارد. ۷۰٪ تولیدات سرب اولیه از مخلوط سنگ معدن های سرب و روی بدست می آید. سنگ های معدن عمدتاً حاوی ۲۰٪ سرب و ۳۰٪ روی می باشند.

### ۴-۲ ذوب و پالایش سرب

سرب ذوب شده از کنسانتره (مواد تغلیظ شده) تولید می شود. محصول این مرحله سرب اولیه است. بازیابی سرب از پس ماندهای حاوی سرب هم انجام می شود که محصول آن سرب ثانویه می باشد. مواد خام برای تولید سرب ثانویه، پس ماندهای تولید شده در حین فرایند های صنعتی و پس ماندهای بازیافت شده بویژه از باطری های سربی قدیمی می باشند.

## ۵- مصارف سرب و ترکیبات آن

اکسید سرب مهمترین ترکیب سرب جهت استفاده در حالت های خالص، آلیاژی یا به صورت ترکیبات شیمیایی می باشد که عمدتاً به صورت پودری و دانه ای استفاده می شود. فلز نرم و سنگین سرب در ساخت صفحه های باطری، یاتاقان، حروف چاپ، حفاری، لوله های سربی، مخازن آب، تهیه اسید سولفوریک، ورقه های سربی، اتومبیل سازی، آلیاژ (برنز و مفرغ)، مهمات، لحیم کاری، حروف چاپی، غلاف کابل ها، رنگ، شیشه، سرامیک، کاشی، لاستیک، پلاستیک، حفاری، لباس های حفاظتی مقاوم در برابر اشعه استفاده می شود (جدول ۱). آرسنات سرب در تولید حشره کش و نیترات

1 - Occupational Exposure Limits

و کرومات سرب به عنوان ماده رنگی استفاده می شوند. به طور کلی بیشترین مصرف فلز سرب در بخش ترابری و الکتریکی می باشد.

## ۵-۱ صنایع باتری سازی

نزدیک دو سوم سرب مصرفی صرف تولید باتری های اسیدی مورد استفاده در اتومبیل ها، ماشین آلات، کشتی ها، سیستم های برق اضطراری (بیمارستان ها، شبکه های عظیم کامپیوتری و ارتباطی) می شود. تولید باتری های الکتریکی بالاترین مصرف سرب را به خود اختصاص داده است. در این صنعت سرب فلزی (آلیاژ سرب- آنتی موان) و اکسیدهای آن به نسبت مساوی مصرف می شود. در ساخت باتری، سرب به صورت آلیاژ در ساخت میله و لوله و سیم مصرف می شود در حالی که اکسیدهای آن از جمله لیتاژ، اکسید سرب قرمز ( $Pb_3O_4$ ) و یا اکسیدهای خاکستری تیره آن ( $PbO_2$ ) به عنوان مواد فعال سازنده صفحات مورد استفاده قرار می گیرد.

تجارت باتری بیشترین میزان سرب دنیا را به خود اختصاص داده است به طوریکه با افزایش تعداد اتومبیل ها در جهان، تجارت باتری از رشد ثابت در حد ۶ درصد برخوردار است، با این حال میزان سرب و ترکیبات سرب مصرفی در دیواره ها، شبکه و پوشش باتری ها به طور مداوم رو به کاهش بوده است. علت این امر افزایش بهره وری، کاهش سرب مصرفی و افزایش عمر باتری ها بوده است. صنایع باتری سازی مهمترین منبع تولید سرب ثانویه محسوب می شوند. بیش از ۸۰٪ سرب مصرف شده در باتری سازی در پالایش ثانویه بازیابی می شود.

جدول ۱: مصارف صنعتی سرب

نام ترکیب	کاربرد صنعتی
اکسید سرب (لیتاژ) یا سرب قرمز (سرنج)	رنگ سازی، تهیه ورنی و انواع جلا و لعاب ها، ساخت لاستیک، ساخت باتری های خشک، باتری سازی (مواد فعال سازنده صفحات)
سیلیکات سرب	بلور سازی و لعاب های شیشه ای
ارسنات سرب	ساخت حشره کش ها، کبریت سازی
سولفات و تیتانات سرب	پیگمان های رنگ سازی
تترا اتیل سرب	افزاینده عدد اکتان بنزین
بورات سرب	پلاستیک سازی
آلیاژ های سرب	لحیم کاری، تهیه وسایل و تجهیزات خانگی

## ۵-۲ مصارف سوختی

تا یک دهه گذشته از ترکیبات آلکیل سرب به عنوان مشتقات ضد ضربه<sup>۱</sup> استفاده می شد. سرب در موتور مانند گریس عمل می کرد و باعث باز شدن بیشتر و طولانی تر سوپاپ ها و تسهیل در ورود سوخت و خروج دود از موتور می شد. در چند سال اخیر به دلایل بهداشتی مقدار ترکیبات آلکیل سرب بنزین کاهش و به مرور ترکیبات جدیدی جایگزین شده اند. مطالعات نشان می داد که به ازای مصرف هر لیتر بنزین حاوی ترکیبات آلکیل سرب، ۰/۳۲ گرم سرب وارد هوا می شد که ۱۰٪ آن در سطح خیابان ها تجمع یافته و سلامتی جامعه را به خطر می انداخت.

## ۵-۳ صنایع کابل سازی

روکش سیم ها با سرب باعث می شود که کابل های زیرزمینی و زیر دریایی بدور از اختلالات ناشی از خوردگی و رطوبت به کار خود پردازند. اهمیت نسبی سرب در صنعت کابل سازی به طور قابل ملاحظه ای کاهش یافته که این امر عمدتاً به علت تولید پوشش های پلاستیکی است.

## ۵-۴ صنایع شیمیایی

لیتاژ حل شده در محلول هیدروکسید سدیم برای جدا سازی ترکیبات گوگردی بنزین پالایش شده در صنعت نفت استفاده می شود. در دستگاه های رسوب دهنده میست اسیدی، صنایع پالایش - ذوب که خوردگی و نشتی از مسایل و مشکلات مهم محسوب می شوند، از سرب استفاده می شود. سرب در تهیه انواع آلیاژها با آنتی موان، قلع و مس، در انواع جلا و لعاب ها به صورت لیتاژ، در صنعت کبریت سازی، تهیه برخی از انواع پلاستیک، در ساخت اتاق های سربی در صنعت اسید سولفوریک سازی و بالاخره در تهیه ورنی استفاده می شود. در صنایع لاستیک سازی از لیتاژ برای تسریع عمل ولکانیزاسیون استفاده می شود. در صنعت ساختمان سازی از سولفات و بورات سرب در ساخت ترکیبات پی وی سی تقویت شده استفاده می شود.

## ۵-۵ صنایع رنگ سازی

کادمیوم، سرب و کروم، رنگ دانه های اصلی تولید رنگ های مرغوب محسوب می شوند. از سرب برای اولین بار در تولید رنگ آبی استفاده می شد. اگرچه تولید رنگ های ساختمانی حاوی سرب

1 -Antiknock



کاهش یافته ولی بعضی از کاربردهای سرب در تولید رنگدانه‌های رنگ‌های صنعتی و رنگ‌های ضد میکروب و ضد جلبک دیواره کشتی همچنان بی‌جانشین مانده‌اند. اکسید سرب یا سرب قرمز با نام تجاری ضدزنگ برای جلوگیری از زنگ‌زدگی آهن و اسکلت‌های فلزی مصرف می‌شود. همچنین در رنگ‌های مخصوصی که در مقابل خوردگی مقاوم هستند از اکسید سرب استفاده می‌شود. این رنگ‌ها به صورت پوشش لعابی، اجسام و ساختمان‌ها را در برابر رطوبت و زنگ‌زدگی حفظ می‌کنند. رنگ‌های سربی برای علامت‌گذاری در جاده‌ها نیز استفاده می‌شوند. کرومات سرب اغلب به عنوان رنگ زرد استفاده می‌شود.

## ۵-۶ صنایع سرامیک سازی

اکسید سرب پودری کاربرد زیادی در لعاب‌های صنعت سرامیک دارد. لعاب‌ها برای نفوذ ناپذیر کردن بدنه سفال به کار می‌روند. لعاب برای استحکام بیشتر سرامیک و به وجود آمدن سطح صاف و تزئینی پس از پخته شدن سرامیک استفاده می‌شود. نقطه ذوب پائین سرب و ویسکوزیته آن باعث بوجود آمدن درخشش بالا و جلای زیبا و سختی بالاتر لعاب می‌شود. لعاب‌های سربی از مقاومت بالایی در برابر پوسته پوسته شدن و حل شدن در آب برخوردار هستند. لعاب‌های بدون سرب کم‌دوام‌تر از انواع سرب‌دار هستند. هنگامی که میزان سرب موجود در لعاب کمتر از ۵٪ باشد، خطرات بهداشتی کمتری را ایجاد می‌کند. در فرایندهای اسپری لعاب، لعاب به شکل گرد یا ذرات ریز معلق در هوا منتشر و استنشاق می‌شوند.

## ۵-۷ صنایع شیشه سازی

شیشه‌های سربی دارای ویژگی‌های نوری، الکتریکی و پرتوایی قابل توجه می‌باشند. شیشه بلورین سرب کاربرد زیادی داشته و علیرغم کاهش مصرف سرب در لعاب کاری ظروف سفالی، لوازم سفره و چینی‌های ظریف به علت مسمومیت ناشی از آن، این صنعت از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. نقش اکسید سرب در صنعت شیشه، کاستن از دمای ذوب در کوره و افزایش درخشش شیشه می‌باشد. کالاهای شیشه‌ای اگر حداقل ۲۴٪ اکسید سرب داشته باشند به نام کریستال سربی و اگر حداقل ۳۲٪ اکسید سرب داشته باشند به نام کریستال پر سرب به فروش می‌رسند. سرب زیاد باعث بوجود آمدن خصوصیات بازتابش نور در شیشه می‌شود. از لعاب سربی حاوی ۵۰٪ اکسید سرب در فرآیندهای پوششی صنعت شیشه سازی استفاده می‌شود. لعاب سرب با دارا بودن نقطه ذوب پائین، از تغییر شکل شیشه در هنگام قرار گرفتن در کوره جلوگیری می‌کند.

## ۵-۸ صنعت ساختمان سازی

از محصولات رشته ای، رولی و قالبی سرب در صنعت ساختمان سازی استفاده می شود. قسمتی از سرب مصرفی در صنعت ساختمان سازی صرف عایق بندی صدا و محافظت در برابر اشعه های رادیویی می شود. از ورقه های پلاستیکی حاوی سرب در طراحی اتاق های اکوستیک استفاده می شود. از بلوک های سربی در پی ساختمان های بزرگ برای جذب و از بین بردن لرزش ها و به عنوان وزنه تعادل در آسانسورها استفاده می شود. در صنعت راه سازی از سرب به عنوان تثبیت کننده آسفالت جهت طولانی تر کردن عمر آسفالت خیابانها استفاده می شود. سرب بهترین مانع اشعه ایکس و اشعه گاما است و بیشترین حفاظت را در برابر اشعه ایکس و گاما ایجاد می کند و به همین دلیل در بخش رادیولوژی بیمارستان ها و ساختمان هایی که مواد هسته ای و راکتورها و... در آنها وجود دارد، استفاده می شود.

## ۵-۹ سایر مصارف

سرب در اسلحه سازی و ساخت حروف چاپی استفاده می شود. از آلیاژ سرب برای ساخت یاتاقان نیز استفاده می شود. خاصیت نرم سازی و مقاومت در برابر فرسایش (سائیدگی)، اساس به کارگیری آلیاژ سرب در ساخت یاتاقان است. از فلز سرب برای بالانس کردن چرخ خودروها، ساخت باک بنزین و صاف کاری بدنه خودروها نیز استفاده می شود. سرب معمولاً با آنتیموان و قلع به صورت آلیاژ در می آید. این آلیاژها برای لحیم کاری در صنایع الکترونیک، رادیاتور سازی و یا تولید بلبرینگ مورد استفاده قرار می گیرد. میزان استفاده از سرب در ساخت بلبرینگ در صنایع ماشین سازی و حمل و نقل ریلی و مصارف صنعتی رو به کاهش نهاده است. لحیم مهمترین کاربرد سرب در صنایع مهندسی و الکترونیک است.

## ۶- متابولیسم سرب



شکل ۱: راه های تماس با سرب

سرب از راه های تنفسی، گوارشی و پوستی وارد بدن می شود. کارگران به علت کار مستقیم با سرب، کار در مجاورت بخش هایی که با سرب کار می کنند، ورود به فضاهای محصور که ممکن است در آنجا سرب وجود داشته باشد و تماس با سطوح آلوده به سرب در معرض تماس با سرب خواهند بود (شکل ۱). روزانه به طور متوسط ۸ میکروگرم سرب از راه استنشاق هوا و ۲۰ میکروگرم توسط غذا

وارد بدن می شود. افراد سیگاری روزانه ۲۰ تا ۳۰ میکروگرم سرب از طریق مصرف دخانیات دریافت می کنند.

## ۶-۱ جذب از راه دستگاه تنفس

فیوم های سرب در حین انجام کارهای داغ نظیر ذوب و یا جوشکاری بر روی سرب و یا آلیاژهای سربی تولید می شوند. گرد و غبار سرب عمدتاً در حین فرایندهای سرد نظیر برشکاری، سند بلاست، رنگ آمیزی، و برداشت رنگ های حاوی سرب از روی سطوح با استفاده از شعله و یا تراشیدن به روش های مکانیکی تولید می شوند. گرد و غبار و فیوم های سرب بدون بو و غیر قابل رؤیت بوده و شرایط مناسبی را برای ایجاد تماس تنفسی کارگران با آنها فراهم می کنند. هوای آلوده به سرب وارد ریه ها شده و پس از جذب بلافاصله وارد جریان خون می شود. سازمان بهداشت جهانی وجود ۱ میکروگرم سرب در متر مکعب هوای تنفسی را مسئول ایجاد یک میکروگرم سرب در ۱۰۰ میلی لیتر خون می داند. سائز ذرات تعیین کننده تنفسی بودن یا استنشاقی بودن آنها است. ذرات با قطر آئرودینامیک ۱۰۰-۰/۱ میکرومتر که قادر به ورود به دستگاه تنفس هستند، به ذرات تنفسی معروف هستند. در توده ذرات تنفسی، ذراتی که از قطر آئرودینامیک کوچک تر یعنی حداکثر تا ۱۰ میکرومتر برخوردار هستند، ذرات استنشاقی بوده و قادر به نفوذ به بخش های عمیق تر ریه می باشند. ذرات با سائز بزرگ تر از ۱۰۰ میکرومتر قابل تنفس نبوده و به سرعت از جریان هوا جدا شده و بر کف اتاق و یا سایر سطوح نزدیک به فرایند ته نشین می شوند. به لحاظ توزیع سائزی، بخش عمده گرد و غبار تولید شده از مواد معدنی نظیر سرب و ترکیبات آن در گروه استنشاقی و بخش اندکی در گروه ذرات تنفسی قرار گرفته و به این ترتیب از احتمال نفوذ بالایی به منطقه کیسه های هوایی که محل تبادل هوا

با جریان خون می باشد، برخوردار هستند. از نظر توزیع وزنی، ذرات درشت، بخش عمده ای از وزن توده ذرات را تشکیل می دهند.

بر مبنای مدل ریوی ICRP، حدود ۳۵٪ از ذرات سرب تنفس شده در هوای محیطی در محدوده قطر آئرودینامیکی ۱-۰/۱ میکرومتر بوده و در مسیرهای تنفسی و بویژه در کیسه های هوایی ته نشین می شوند. این مدل برای ذرات با قطر ۰/۵ میکرومتر میزان تجمع در مسیرهای تنفسی را ۴۰-۵۰ درصد پیشگویی می کند. مدل ریوی پیشنهاد می کند که سرنوشت سرب تجمع یافته در مسیرهای هوایی تنفسی وابسته به حلالیت و مسمومیت اختصاصی نوع ترکیب سرب است. جذب سرب و ترکیبات آن وابسته به حلالیت است. نمک های معدنی سرب، سولفید سرب و اکسیدهای آن معمولاً بسیار کم محلول هستند ولی نیترات، کلرات، کربنات و منوکسید سرب و با درجه خیلی کمتر کلریدهای آن از این قاعده مستثنی هستند. در عمل بواسطه کاربرد گسترده اکسید سرب، بسیاری از مسمومیت های صنعتی سرب ناشی از تماس با اکسید سرب می باشد. جذب سرب به سرعت و از کلیه راه های تنفسی حتی از مجاری بینی نیز انجام می شود.

## ۶-۲ جذب از راه دستگاه گوارش

گرد و غبار و فیوم های سرب پس از تولید و انتشار بر روی مواد غذایی، آب، لباس و سایر سطوح و اشیاء ته نشین می شوند. در صورت صرف غذا، نوشیدنی و یا استفاده از سیگار، جوئیدن ناخن یا مصرف آدامس در محیط های آلوده یا در محیط های تمیز با دست های آلوده به سرب شرایط لازم برای جذب گوارشی فراهم می شود. در محیط های با احتمال تماس دهانی، برخی از افراد طعم و مزه فلزی سرب را در دهان خود احساس می کنند. سرب جذب شده پس از ورود به خون به استخوان ها و بافت های نرم بدن از جمله کبد، جائیکه به تدریج از طریق صفرا به روده کوچک و از آنجا وارد مدفوع می شود می رسد. جذب سرب ابتدا در دوازدهه و از طریق سلول های مخاطی روده رخ می دهد. چربی ها در جذب سرب مؤثرند ولی پروتئین ها از مسمومیت سربی می کاهند. کمبود کلسیم و ویتامین D در مواد غذایی نیز جذب سرب را افزایش می دهند. ترکیب رژیم غذایی روزانه، سن و اندازه ذرات سرب از عوامل مهم در جذب سرب می باشند. چربی زیاد در رژیم غذایی و کمبود کلسیم و آهن در مواد غذایی تمایل به جذب سرب از روده را افزایش می دهد.

### ۳-۶ جذب از راه پوستی

جذب پوستی سرب و ترکیبات آن ضعیف است مگر در رابطه با ترکیبات آلی، به طوری که آلکیل ها و استئارات سرب از طریق پوست سالم هم جذب می شوند. در خصوص ترکیبات معدنی، آنهایی که در روغن حل می شوند نظیر نفتئالات سرب امکان جذب بالایی دارند و در صورت زخمی بودن و یا وجود هرگونه آسیب دیدگی یا حساسیت در پوست، میزان جذب بیشتر می شود.

### ۴-۶ توزیع و نگهداری سرب

مقدار کل سرب بدن تأثیری بر جذب آن ندارد، یعنی اینکه سرب دارای مکانیسم بازخورد نیست که جذب آن را محدود نماید و با تکرار تماس، مقادیر بیشتری از سرب در بدن جذب می شود. پس از جذب، سرب در تمام بافت های بدن قابل ردیابی است ولی بیش از ۹۰ درصد آن با نیمه عمر بیولوژیک سال ها تا ده ها سال در استخوان ها تجمع پیدا می کند. تجمع سرب در بدن از دوران جنینی آغاز می شود. سرب به سرعت از جفت عبور کرده و غلظت سرب در خون تازه متولدین مشابه خون مادران شان است و این مطلب بیانگر فرایندهای تعادلی مادر-جنین است. غلظت سرب در استخوان ها با گذشت زمان افزایش می یابد و این بر عکس بافت های نرم است. اغلب بافت های نرم با گذشت ده سال از شروع زندگی وابستگی سنی مهمی نسبت به تغییر غلظت سرب نشان نمی دهند. به نظر می رسد که استخوان ها مخزنی از سرب هستند که منعکس کننده تماس های دراز مدت سربی در انسان هستند، در حالیکه مایعات بدن و بافت های نرم منعکس کننده تماس های جاری و کوتاه مدت با آلودگی های سربی می باشند. در گردش خون سرب عمدتاً توسط اریتروسیت ها حمل می شود و بر این اساس غلظت آن در اریتروسیت ها بیش از ۱۶ برابر غلظت آن در پلاسما است. پس از جذب، سرب به سطح گلبول های قرمز متصل شده و فقط ۵-۱ درصد کل سرب خون در پلاسما حضور خواهد داشت. اگرچه سرب می تواند به آسانی از اغلب بافت ها جدا شود ولی بیش از ۹۵٪ آن در استخوان ها به صورت فسفات سرب نامحلول ذخیره می شود. سرب به طور دائم در استخوان ها باقی نمانده و به تدریج، با کم شدن غلظت سرب در خون و یا تغییر در شرایط اسیدیته خون، مجدداً به جریان به خون آزاد می شود. رژیم غذایی توام با کلسیم سبب افزایش سرب خون و کاهش سرب استخوان می شود. رژیم غنی از فسفات سبب ترسیب سرب در استخوان ها و تقلیل آن در بافت های نرم می شود. بین کلسیم و سرب بر سر ترکیب با فسفات رقابت وجود دارد. ویتامین D موجب افزایش تجمع سرب در استخوان می گردد. اسیدوز خون سبب کاهش سرب استخوانی می شود. به

طور کلی موادی که تعادل اسیدی-بازی بدن را بر هم می زنند باعث آزاد شدن سرب از استخوان ها و افزایش غلظت سرب در خون می شوند. بین برداشت کلسیم و جذب و ذخیره سازی سرب ارتباط معکوس وجود داشته و مشخص شده که دریافت روزانه کلسیم بالا، جذب سرب را کاهش می دهد.

## ۵-۶ دفع سرب

در ارتباط با دفع سرب جذب شده، کلیه ها و کبد نقش اصلی بر عهده دارند، به طوری که ۷۵٪ سرب جذب شده از طریق کلیه ها دفع می شود. دستگاه گوارش ۱۵٪ مو، ناخن، عرق و شیر هم به میزان ۸٪ در دفع سرب مؤثر هستند.

## ۷- فاکتورهای مؤثر بر مسمومیت

### ۱- سن و جنس

حساسیت به سرب در زنان بیش از مردان می باشد. زنان جوان در آستانه بارداری و افراد جوان زیر ۱۸ سال حساس تر از سایر کارگران هستند. به لحاظ قانونی این افراد اجازه کار در مشاغل نظیر ساخت باتری های اسیدی، ذوب و تصفیه سرب ندارند.

### ۲- تغییرات فصلی

استعداد مسمومیت در دمای محیطی بالا بیشتر از دمای معمولی است.

### ۳- تغذیه

کمبود فسفر و کلسیم و آهن در غذای روزانه و ازدیاد ویتامین D جذب سرب را کاهش می دهند. رژیم غذایی کم چرب و یا غنی از پروتئین سبب کاستن از جذب سرب و مسمومیت های ناشی از آن می شود. فاکتورهای تغذیه ای از قابلیت اصلاح یا تغییر مسیر متابولیسم سرب برخوردار هستند. روی، میکروالمنی است که از جایگاههای جذبی مشابه سرب بر روی پروتئین حامل متالوتیونین در دستگاه گوارش برخوردار است و بواسطه اثر رقابتی با سرب بر سر جایگاه مشترک بر روی این پروتئین، سبب کاستن از جذب سرب و اثرات سمی آن می شود. اسید آسکوربیک به عنوان یک عامل کلیت کننده با خواص آنتی اکسیدانتی سبب محافظت از سلول در مقابل استرس های اکسیداتیو ناشی از سرب می شود. HSU و همکاران ۱۹۷۵، نخستین کسانی بودند که به بررسی اثرات حفاظتی شیر به عنوان

غذایی غنی از کلسیم در کاهش مسمومیت با سرب پرداختند. نتایج گویای آن بود که اثر رقابتی کلسیم مانع از جذب سرب می شوند.

## ۸- اثرات بهداشتی ناشی از تماس با سرب

سرب از عناصر ضروری مورد نیاز بدن محسوب نمی شود. به طور طبیعی مقدار کمی سرب وارد بدن می شود که متناسب با ظرفیت دفع طبیعی بوده و مشکلی ایجاد نمی کند. در صورتی که سرب جذب شده بیشتر از ظرفیت دفعی باشد به مرور در بدن تجمع یافته و باعث ایجاد مسمومیت می شود. اغلب مسمومیت ها بدون علامت بوده، یا در مراحل دیررس باعث ایجاد علائمی می شوند.

### ۸-۱ مسمومیت خفیف

اگر مقدار سرب موجود در بدن زیاد باشد تمامی اعضاء به ویژه کلیه ها و دستگاه عصبی مرکزی درگیر شده و باعث ایجاد ناراحتی هایی نظیر احساس خستگی عمومی، ضعف، دردهای عمومی، سردرد، کاهش وزن، دردهای شکمی، کم خونی، افزایش فشار خون و یبوست می شوند. تماس طولانی با سرب باعث آسیب های کلیوی، آسیب به مغز و سیستم عصبی، ضعف و ناتوانی عضلانی و حتی ناباروری می شود.

### ۸-۲ مسمومیت خفیف تا متوسط

لرزش، اختلالات خواب، اختلال در تمرکز، سردرد، استفراغ، کاهش وزن، ناراحتی شکمی، رنگ پریدگی، خستگی، خواب آلودگی، تغییرات رفتاری (تحریک پذیری) از مهمترین علائم مسمومیت خفیف تا متوسط محسوب می شوند.

### ۸-۳ مسمومیت شدید

در مسمومیت شدید احساس طعم فلزی در دهان، ضعف یا فلج عضلانی، کرامپ های شدید، سفتی جدار شکم، یبوست ایجاد می شود.

## ۹- اثرات بهداشتی سرب در دوران بارداری

تماس تنفسی یا گوارشی زنان باردار با سرب، سبب ورود سرب به جریان خون و انتقال آن به جنین در حال رشد و ایجاد اختلال در روند رشد و تکامل طبیعی جنین خواهد شد. جذب سرب در جنین به

حدی است که در پایان ماه سوم بارداری به راحتی در مغز جنین قابل اندازه گیری است. در زنان باردار در معرض تماس با سرب، اثرات نامطلوبی در توسعه و تکامل جنین ایجاد شده و نوزادانی با وزن کم در بدو تولد و یا عقب ماندگی های رشدی دیگر، سقط غیر ارادی جنین، وضع حمل پیش از موقع و مرگ زودرس ایجاد می شود.

این عوارض حتی در زنان بارداری که در معرض غلظت های بسیار پایین سرب قرار داشته اند، گزارش شده است. زنان مستعد بارداری که تا قبل از بارداری در معرض غلظت های بالایی از سرب باشند، حتی در صورت قطع تماس، بواسطه دفع بسیار آرام سرب از بدن شرایط تماسی نامطلوبی را برای جنین در چند ماه اول بارداری فراهم می کنند. زنان باردار به ویژه در چند هفته اول حاملگی که متوجه بارداری خود نیستند، به تماس با سرب بسیار حساس هستند، از اینرو اگر تمایل به بچه دار شدن دارند، حتماً مراتب را به کارفرما اطلاع داده و پس از اندازه گیری سرب در خون و طبق نظر پزشک طب کار اقدام به بارداری کنند. زنان در آستانه بارداری باید از تماس با سرب به هر شکل ممکن اجتناب کرده و در غیر اینصورت با رعایت روش های کار بهداشتی و ایمن که توسط کارشناس بهداشت حرفه ای اعلام می شود، تماس با سرب را در پایین ترین حد ممکن حفظ کنند. زنان باردار، بایستی مراتب را سریعاً به اطلاع کارفرما رسانیده و پس از تأیید پزشک طب کار در محل فاقد تماس با سرب به کار مشغول شوند.

## ۱۰- مشاغل در معرض تماس با سرب

اگر غلظت سرب در خون کارگران شاغل به کار در محیطی بدون استفاده از ماسک تنفسی، فراتر از مقادیر زیر باشد، آن شغل از ریسک بالای تماس شغلی با سرب برخوردار است:

- ۱/۴۵ میکرومول سرب در لیتر یا ۳۰ میکروگرم سرب در دسی لیتر خون برای کارگران معمولی

- ۰/۴۸ میکرومول سرب در لیتر یا ۱۰ میکروگرم سرب در دسی لیتر خون برای زنان با استعداد باروری

کار در چنین مشاغلی نیازمند رعایت الزامات زیر است:

- ۱- بررسی نتایج پایش های بیولوژیک قبلی
- ۲- بررسی نتایج اندازه گیری هوا و تماس های تنفسی کارگران



۳- بررسی شرایط کاری که منجر به افزایش غلظت سرب در هوای محیط کار به بیش از یک دوم حد مجاز، شده است.

کار در معادن سرب و روی، ذوب و پالایش سرب، بازیافت سرب، بازیافت قطعات فلزی، الکترونیکی و باتری های فرسوده، ساخت باتری های سربی، شیشه و کریستال های سربی، ساخت و استفاده از رنگ دانه ها، رنگ ها و لعاب های سربی، سازندگان گلوله و مهمات، ساخت پلاستیک و لاستیک، نقاشان صنعتی و ساختمانی، تعمیرکاران اتومبیل، کارگران تعمیر و نگهداری پل ها و سازه های فلزی، کارگران ساختمانی، آموزش تیراندازی و تیرانداز ها، لوله کش ها و متصل کنندگان لوله ها، افسران پلیس، تعمیرکاران رادیاتور، اپراتورهای زباله سوز، جوشکاران استیل، تراشیدن رنگ های قدیمی حاوی سرب از روی سطوح با هوای فشرده، کاردک و یا سوزاندن، لحیم کاری در گروه مشاغل با تماس معنی دار با گرد و غبار، فیوم و بخارات سرب محسوب می شوند.

## ۱۱- گروه های حساس به کار با سرب

کارگران جوان زیر ۱۸ سال، زنان جوان در آستانه بارداری، افراد با مشکلات پزشکی خاص نظیر اختلال در سیستم کلیوی، تولید مثلی، عصبی، خونی مجاز به کار در صنایع و فرایندهای زیر نمی باشند:

۱- فرایندهای ذوب و پالایش سرب، که نیازمند تماس نزدیک با فرایندهای ذوب و تصفیه سنگ معدن و یا موادی که حداقل حاوی ۵ درصد سرب هستند، می باشند.

۲- تولید باتری های سربی

- کار دستی با سرب فلزی در بخش تولید میله ها و صفحات سربی

- کار دستی با اکسیدهای سرب از جمله لیتاز، اکسید سرب قرمز و یا اکسیدهای خاکستری تیره آن در بخش تولید مواد فعال سازنده صفحات سربی.

- تعمیر باتری ها و صفحات سربی معیوب که نیازمند تهیه و لکه گیری با خمیرهای اکسید سرب هستند.

۳- کار با موادی که حداقل حاوی ۵ درصد سرب هستند.

۴- نظافت محیط های کاری آلوده به گرد و غبار سرب

## ۱۲- حد مجاز سرب و ترکیبات آن در هوای تنفسی

حد تماس شغلی برای تماس تنفسی با سرب و ترکیبات معدنی سرب در طی یک شیفت کاری ۸ ساعته، ۵۰ میکروگرم در متر مکعب هوا می باشد. کمیته فنی بهداشت حرفه ای کشور و سایر سازمان های معتبر بین المللی، حد مجازی برای مواجهه تماسی کوتاه مدت و سقفی با سرب ارائه نداده اند.

### ۱۲-۱ سطح عمل

برای آلکیل های سرب حد عمل تعریف نشده ولی برای ترکیبات معدنی سرب سطح عمل به شرح زیر می باشد:

الف) غلظت سرب در هوا ۳۰ میکروگرم سرب در متر مکعب هوا برای هشت ساعت تماس تنفسی بدون نیاز به استفاده از ماسک تنفسی

ب) غلظت سرب در خون

- زنان جوان مستعد بارداری: ۲۵ میکروگرم در ۱۰۰ میلی لیتر خون

- سایر کارگران: ۵۰ میکروگرم در ۱۰۰ میلی لیتر خون

### ۱۲-۲ سطح تعلیق<sup>۱</sup>

سطح تعلیق برای گروه های مختلف کاری در معرض تماس با سرب فلزی و ترکیبات معدنی آن به شرح زیر است:

الف - غلظت سرب در خون برای سرب و ترکیبات معدنی سرب:

- زنان جوان مستعد بارداری: ۰/۹۷ میکرومول در لیتر یا ۲۰ میکروگرم در دسی لیتر خون

- زنان باردار و شیرده: ۰/۷۲ میکرومول در لیتر یا ۱۵ میکروگرم در دسی لیتر خون

- سایر کارگران: ۲/۴۱ میکرومول در لیتر یا ۵۰ میکروگرم در دسی لیتر خون

ب- غلظت سرب در ادرار برای الکیل های سرب:

- زنان جوان مستعد بارداری: ۲۵ میکروگرم سرب به ازای هر گرم کراتینین ادرار

- سایر کارگران بالغ: ۱۱۰ میکروگرم سرب به ازای هر گرم کراتینین ادرار

در خصوص ارزیابی مواجهه با ترکیبات آلکیل سرب، غلظت کل سرب ادرار به ازای غلظت کراتینین مورد بررسی قرار می گیرد تا اختلاف در حجم های ادرار مختلف اصلاح شود.

1 - suspension level

## ۱۳- ارزیابی ریسک

به منظور حصول به الزامات بهداشتی و بهبود کیفیت شرایط محیط کار نیاز به شناسایی مخاطرات شغلی در قالبی نظام مند به نام ارزیابی ریسک می باشد. در محیط های کاری که حداقل پنج نفر مشغول به کار با سرب و مواد حاوی سرب هستند، انجام ارزیابی ریسک ضروری است. بر این اساس اشتغال به کار در محیط های با احتمال تماس با سرب ممنوع است مگر اینکه ارزیابی ریسک انجام شده و تأیید شود که خطر خاصی سلامتی کارگران را تهدید نمی کند و یا اینکه خطراتی وجود دارد ولی با بهره گیری از اقدامات کنترلی شرایط محیطی به نحو مناسبی ایمن شده اند.

هدف از ارزیابی ریسک تصمیم گیری در خصوص تماس های کارگران است. تصمیم گیری در این زمینه که آیا تماس های کارگران از حد توصیه شده فراتر است و آیا نیازی به انجام اقدامات اصلاحی هست یا کنترل های موجود کفایت می کنند. در قالب برنامه ارزیابی ریسک مخاطرات بهداشتی شناسایی شده و با اجرای اقدامات اصلاحی، متناسب با هر یک از مخاطرات، محیط کار ایمن و بهداشتی خواهد شد. جهت انجام ارزیابی مناسب، استفاده از خدمات مشاوره ای تخصصی افراد صاحب نظر در زمینه ایمنی و بهداشت ضروری است.

### ۱۳-۱ اهداف حاصل از ارزیابی ریسک

با انجام ارزیابی ریسک از دستیابی به اهداف زیر اطمینان حاصل می شود:

- شناسایی فرایندها و منابع تولید آلودگی
- شناسایی فاکتورهای مؤثر بر تماس کارگران
- ایجاد مبنای تصمیم گیری مناسب در زمینه های:
- ریسک های بهداشتی در کارهای در حال انجام
- تأیید نیاز به اجرای روش های کنترلی و مراقبت های بهداشتی
- تأیید سودمندی و اثر بخشی اقدامات کنترلی انجام شده
- تأیید نیاز به اندازه گیری سرب در هوای محیط کار
- تأیید نیاز به اندازه گیری سرب در نمونه های زیستی خون و ادرار

### ۱۳-۲ نکات مهم در انجام ارزیابی ریسک های بهداشتی کار با سرب

ارزیابی ریسک مناسب که زمینه ساز کنترل منابع انتشار سرب به محیط و تماس کارگران می باشد با توجه به موارد زیر قابل دستیابی است:

- نوع سرب مصرفی در فرایند (ورق فلزی، شمش، گرانول، پودر و...).
- خصوصیات بهداشتی سرب یا ترکیب سربی مورد استفاده
- اطلاعات بهداشتی ارائه شده از سوی سازنده و یا تأمین کننده، بویژه اطلاعات موجود در صفحات ایمنی مواد
- نوع تماس (پوستی، گوارشی و یا تنفسی)، غلظت تماس و طول دوره تماس
- مناطق و فرایندهایی که از سرب استفاده می شود.
- مقدار سرب مصرفی یا ذخیره سازی شده در انبارها یا فرایندهای تولید
- میزان سرب انتشار یافته به هوا از منابع پنهان نظیر انتشار مجدد از روی سطوح موجود در محیط کار یا از روی لباس های حفاظت فردی
- مقدار سرب آزاد شده به هوا بر اثر فعالیت گروهی دیگر از کارگران که در مجاورت سایر کارگران کار می کنند.
- مقدار سرب منتشر شده به هوا از فرایندهای تعمیر و نگهداری و نظافت محیط کار
- مقدار سرب تولید شده در فرایندهای تولید به شکل زباله، پسمان و قراضه و یا...
- شرایط کار و نحوه انتشار سرب به هوا (گرد و غبار، فیوم، بخار)، حجم و دفعات انتشار
- فعالیت های معمول روزانه که از احتمال تماس بالاتری با سرب برخوردار هستند نظیر (کارهای تعمیر و نگهداری<sup>۱</sup>).
- تأثیر اقدامات کنترلی موجود در کنترل و کاهش تماس
- نتایج اندازه گیری سرب در هوای تنفسی کارگران
- هرگونه اطلاعات در دسترس در خصوص نقش هر یک از فرایندها و منابع در تولید و انتشار سرب.
- کار هم زمان با سرب و دیگر ترکیبات خطرناک و ارزیابی ریسک بهداشتی ناشی از تماس همزمان با آنها
- راه های تماس و میزان تماس در هر یک از گروههای کاری نظیر تعمیر و نگهداری، اداری، نظافتچی، حراست و نگهبانی و افرادی که به عنوان بازدید کننده به طور گذری و موقت از فرایند بازدید می کنند.
- گروه های کارگری خاص، تعداد کارگران جوان زیر ۱۸ سال و خانم های جوان در آستانه بارداری، ساعات کار روزانه و ایستگاه های کاری

---

1 - maintenance

- برآوردی از تماس احتمالی کارگران و هر یک از گروه های کاری با توجه به کنترل های موجود در محیط
- بررسی نحوه انجام هر یک از کارها و تأثیر نحوه انجام کار بر حجم هوای تنفسی و بر میزان تماس.
- حدود تماس شغلی، سطح عمل و سطح تعلیق تدوین شده برای سرب
- مقایسه بین مواجهه تماسی تخمین زده شده با حدود مجاز تماسی
- نتایج حاصل از اندازه گیری سرب در ادرار و خون کارگرانی که به نحوی در معرض تماس با سرب هستند.
- نظر پزشک طب کار در زمینه اثرات بهداشتی ناشی از تماس با سرب و غلظت های خونی آن
- هر گونه اطلاعات اضافی جهت تکمیل فرایند ارزیابی خطر.

### ۱۳-۳ بازنگری برنامه ارزیابی ریسک

- نتایج حاصل از ارزیابی ریسک باید به عنوان مدرک زنده مورد بازبینی و به روز رسانی قرار گیرند.
- زمان انجام اولین بازنگری و فاصله بین بازنگری های بعدی وابسته به نوع ریسک های بهداشتی، میزان تغییر در مواد مصرفی یا فرایندهای کاری و قضاوت کارفرما است.
- در موارد زیر نیاز به بازبینی و بازنویسی برنامه ارزیابی ریسک است:
- الف) وجود شواهدی به شرح زیر که نشان دهنده عدم اعتبار ارزیابی ریسک قبلی است:
  - نتایج حاصل از آزمایشات دوره ای و تست های کنترل های مهندسی
  - نتایج حاصل از اندازه گیری تراکم سرب در هوای تنفسی کارگران
  - نتایج حاصل از مراقبت های پزشکی و اندازه گیری غلظت سرب در خون یا ادرار کارگران
  - گزارش سرکارگران، مسئول ایمنی و بهداشت و یا کارگران در خصوص عملکرد نامناسب سیستم های کنترلی
- انتشار اطلاعات جدید در زمینه ریسک های بهداشتی
- ب) ایجاد تغییرات قابل توجه در شرایط و فرایندهای کاری نظیر استفاده از مواد جایگزین، اصلاح یا تغییر کارخانه و کنترل های مهندسی که سبب ایجاد تغییر در تماس با سرب می شوند.
- پ) تغییر فرایند یا روش های کاری نظیر افزایش دمای ذوب، تغییر در شکل فیزیکی سرب مصرفی و یا تغییرات جدی در سیستم های تهویه موضعی، افزایش حجم و یا نرخ تولید، عدم تغییر در نیروی انسانی متناسب با افزایش نرخ و حجم تولید، که احتمالاً بر ماهیت خطر مؤثر هستند.

به طور کلی ارزیابی ریسک باید حداقل هر ۵ سال یک بار مورد بازنگری قرار گیرد. اگر ارزیابی قبلی همچنان معتبر باشد و تغییری در شرایط یا محیط کار ایجاد نشده و اقدامات کنترلی اجرا شده مؤثر باشند فقط تاریخ بازنگری جدید بر روی ارزیابی قبلی ثبت و در مقدمه مستند ذکر می شود که این بازنگری همچنان قابل قبول است.

## ۱۴- اندازه گیری غلظت سرب در هوای تنفسی

گرد و غبار و فیوم های سرب به راحتی از راه تنفس در بدن جذب می شوند، از اینرو در محیط های کاری که کارگران در معرض گرد و غبار و فیوم های سرب هستند، پایش هوا به عنوان جزء مهمی از برنامه ارزیابی ریسک اهمیت پیدا می کند. پایش هوا در تعیین نوع و تراز آلودگی و درجه کنترل ریسک مورد نیاز بسیار مفید است. برای مثال اگر نتایج اندازه گیری سرب در خون کارگران نشان دهنده تماس بالای کارگران با سرب باشد ولی نتایج اندازه گیری سرب در هوا نشان دهنده پایین بودن غلظت آلودگی در هوای محیطی و ایمن بودن محیط کار باشد، اقدامات کنترلی بایستی بر کنترل تماس گوارشی و احیاناً بر جذب پوستی متمرکز شود. در محیط هایی که ریسک های بهداشتی ناشی از تماس با سرب کاملاً واضح هستند اولویت باید به کنترل ریسک داده شود تا به اندازه گیری غلظت سرب در هوا که بیشتر تأیید کننده وجود مشکل است.

برخی از موقعیت های نیازمند اندازه گیری هوا عبارتند از:

- هنگامی که اطلاعات اندکی در زمینه ریسک تماس ناشی از فرایند، مواد جدید و یا شرایط جدید وجود دارد.
- فرایندهایی که به طور اتفاقی انجام می شوند و یا تماس تنفسی کارگران با سرب به لحاظ غلظت، دفعات و یا طول دوره تماس تغییر می کند.
- ارزیابی سودمندی سیستم های کنترلی جدید و یا موجود
- محیط های که کنترل تماس تنفسی کارگران با وسایل حفاظت تنفسی انجام شده است تا با استفاده از سایر روش های کنترلی.
- محیط هایی که ریسک های بهداشتی تا حد زیادی با بهره گیری از کنترل های مدیریتی نظیر روش های کار ایمن و یا سیستم های کاری نظیر چرخش شغلی اصلاح شده باشد.

- وجود علائم بالینی مرتبط با تماس با سرب در کارگران
- افزایش نتایج پایش های زیستی به فراتر از حدود قابل قبول.
- ته نشینی گرد و غبار سرب در محیط کار که نشان دهنده اختلال در عملکرد سیستم های کنترلی بواسطه نگهداری ضعیف باشند.
- انجام اصلاحات فرایندی و یا تغییر در روش های کار که بر تماس تنفسی کارگران تأثیر گذار هستند.

#### ۱۴-۱ اصول کلی نمونه برداری از هوا

نمونه برداری هوا توسط کارشناس واجد صلاحیت انجام می شود. غلظت سرب و ترکیبات سرب در منطقه تنفسی کارگران معمولاً بالاتر از غلظت سرب در هوای محیطی محل کار است. به منظور ارزیابی میزان تماس تنفسی کارگران با سرب، در موقعیت هایی که امکان نمونه برداری فردی نیست، نمونه برداری محیطی (ثابت) انجام می شود. این نوع نمونه برداری برای تعیین غلظت زمینه سرب در هوای محیط کار با هدف تعیین کارایی سیستم تهویه یا سایر کنترل های مهندسی، تعیین میزان انتشار سرب از منابع کاربرد دارد. روش نمونه برداری باید طوری طراحی شود که کمترین مزاحمت را برای کارگر و کاری که انجام می دهد ایجاد کند. نمونه های جمع آوری شده ضمن آنکه باید نمایانگر شرایط تماس تنفسی کارگران در حین کار باشند با روش تجزیه ای سازگار باشند. در هنگام نمونه برداری باید ملاحظات کاربردی نظیر ماهیت کار مورد ارزیابی، مدت زمان و تکرار فعالیت های کاری توجه شود. به منظور حصول اطمینان از تناسب مقدار سرب جمع آوری شده با حد تشخیص تجهیزات آزمایشگاهی، طول دوره نمونه برداری باید به حد کافی طولانی باشد. در مواقعی که غلظت های بالایی از ذرات هوا برد پیش بینی می شود، دوره زمانی نمونه برداری را نباید آنقدر طولانی انتخاب کرد که منجر به ایجاد بار اضافی ذرات سرب بر روی فیلتر شود. هنگامی که هدف، نمونه برداری از یک شیفت کاری است و ایجاد بار اضافی بر روی فیلتر پیش بینی می شود، جمع آوری نمونه ها باید به صورت متوالی انجام شوند. نمونه بردار باید در منطقه تنفسی کارگر و در نزدیک ترین مکان به دهان و بینی کارگر، مثلاً به یقه کارگر متصل شود. پمپ نمونه برداری باید به کمربند کارگر متصل شود، یا به نحوی در جیب کارگر قرار گیرد که مزاحمتی در کار کارگر ایجاد نکند. در صورتی که امکان نمونه برداری فردی وجود نداشته باشد برای ارزیابی تماس کارگر از نمونه برداری محیطی استفاده می شود. به این منظور نمونه بردار در نزدیکی کارگر و حتی الامکان در مکانی قرار داده می شود که بیشترین احتمال تماس کارگر در آن مکان وجود دارد (شکل ۲). به منظور

انجام نمونه برداری محیطی، مکان نمونه برداری باید به اندازه کافی دور از فرآیند کار انتخاب شود به نحوی که نتایج به دست آمده مستقیماً تحت تأثیر انتشار سرب از منابع انتشار قرار نگیرد. در مواردی که کارگران در گروه های کاری مشابه کاری می کنند، نمونه برداری فردی از گروه های مشابه کفایت می کند. گروه های مشابهی که یک کار را در اتاق ها و یا ساختمان های مختلف انجام می دهند، به عنوان گروه های کاری مستقل و مجزا بررسی شده و از هر گروه افرادی به طور اتفاقی انتخاب می شوند. تعداد افرادی که از هر گروه جهت نمونه برداری فردی انتخاب می شوند، وابسته به شرایط و حالات مختلف کاری است ولی نباید کمتر از یک نفر به ازای هر ۱۰ نفر فرد در معرض تماس باشد.

ارزیابی غلظت متوسط وزنی زمانی هشت ساعته سرب و ارزیابی مواجهه تنفسی کارگران باید بر مبنای روزهایی که غلظت آلاینده در بالاترین حد ممکن است و برای انواع مشاغل انجام شود تا بر مبنای آن به توان به تصویری واقعی تر از ریسک های بهداشتی در محیط کار برای هر شغل دست یافت.

نوسانات غلظت آلودگی سرب در هوای محیط کار بواسطه تغییر در فرایند تولید، کار و سایر شرایط محیطی امری طبیعی بوده و بر این اساس نمی توان به استناد نتایج یک نمونه برداری مقطعی قضاوت قطعی در خصوص مواجهه تماسی فرد داشت. بر این اساس، کارفرما موظف به تهیه حداقل یک نمونه جامع (حداقل برای ۷ ساعت کار مداوم) فردی در یک شیفت کاری برای هر گروه شغلی است.

#### ۱۴-۲ استراتژی نمونه برداری

در فرایندهای تولید، طیف وسیعی از کارها و وظایف وجود دارند که هر یک از شرایط تماسی خاص خود برخوردار هستند، از اینرو طراحی استراتژی پایش می بایست با توجه به شرایط موجود در فرایندها و فعالیت های در حال انجام در آنها انجام شود. انجام نمونه برداری هوا بدون برنامه ریزی قبلی، موجب تهیه حجم زیادی از اطلاعات گاهاً ناقص و متناقض می شود که تأثیر چندانی در صیانت از سلامتی کارگران نخواهد داشت. مهمترین



شکل ۲: منطقه تنفسی، نیم کره ای به شعاع ۳۰ سانتی متر در مقابل صورت کارگر به مرکزیت خط فرضی که بین دو گوش کشیده شده است.



فاکتورهایی که در طراحی استراتژی نمونه برداری هوا باید مورد توجه قرار گیرند به شرح زیر می باشند:

- ۱- خصوصیات فیزیکی شیمیایی گرد و غبار و فیوم سرب بویژه سایز ذرات
  - ۲- محل یا موقعیت منابع مختلف انتشار آلودگی
  - ۳- غلظت، نرخ، طول دوره و سرعت آزاد سازی آلاینده از منابع مختلف
  - ۴- طراحی فرایند های کاری و اقدامات کنترلی موجود
  - ۵- نوسانات یا تغییرات معمول در فرایند های تولید همراه با تعداد دفعات رخداد هر کدام.
  - ۶- نوع و موقعیت هر یک از منابع انتشار ذرات سرب با توجه به محل کار کارگر
  - ۷- مدت زمان حضور کارگران در محل آلوده
  - ۸- نحوه نظارت و کنترل کارگر بر کار یا فرایند در حال انجام
  - ۹- تأثیر تهویه موضعی یا عمومی و دیگر پارامترهای محیطی تأثیر گذار نظیر دما و رطوبت و غیره بر نحوه انتشار آلاینده ها به محیط
- با توجه به موارد فوق، نمونه برداری باید به نحو مناسبی تمامی فعالیت ها، الگوهای کاری و تماسی و هرگونه تغییرات احتمالی و حتی تأثیر روز و شب را بر غلظت آلودگی شامل شود.

### ۱۴-۳ روش اندازه گیری سرب در هوای تنفسی

کارفرما باید از روشی برای اندازه گیری و آنالیز سرب استفاده کند که با ۹۵٪ اطمینان از صحتی در حد  $\pm 20\%$  غلظت مجاز سرب (۵۰ میکروگرم در متر مکعب هوا) برخوردار باشد. اندازه گیری سرب و ترکیبات آن در هوای محیط کار یا منطقه تنفسی کارگران به روش استاندارد ملی ایران به شماره ۹۵۴۵ انجام می شود. در این روش حجم معینی هوا از منطقه تنفسی کارگران یا هوای محیط کار، با استفاده از پمپ نمونه برداری جمع آوری می شود. هوای جمع آوری شده از میان فیلتر غشایی استر سلولزی عبور داده می شود تا ذرات سرب و ترکیبات سرب جمع آوری شوند. سپس با بهره گیری از روش های انحلال مناسب، نمونه جمع آوری شده بر روی صافی حل گردیده و سرب آن استخراج می شود. تعیین مقدار سرب موجود در نمونه با توجه به غلظت آن با استفاده از اسپکترومتری جذب اتمی شعله ای یا کوره گرافیتی انجام می شود.

اندازه گیری جرم های ۱ تا ۲۰۰ میکروگرم سرب در نمونه های جمع آوری شده بر سطح فیلتر، با بهره گیری از روش جذب اتمی شعله ای انجام می شود. در این روش محلول حاوی نمونه به داخل شعله اکسند هوا- استیلن یک دستگاه اسپکترومتر جذب اتمی مجهز به لامپ کاند توخالی پاشیده

می شود. اندازه گیری جذب در طول موج ۲۸۳ نانومتر انجام می گیرد. با مقایسه جذب حاصل از آنالیز با منحنی کالیبراسیون، غلظت سرب موجود در نمونه محاسبه می شود. تعیین دقیق مقدار سرب در محلول هایی که غلظت سرب در آنها در حد ۱ تا ۲۰۰ میکروگرم سرب در نمونه است، با بهره گیری از روش جذب اتمی کوره گرافیتی انجام می شود. به این منظور مقادیر مشخصی از محلول آزمون به کوره گرافیتی تزریق می شود. نمونه پس از مراحل خشک شدن و خاکستر شدن به روش الکتروترمال به بخار اتمی تبدیل شده و میزان جذب در طول موج ۲۸۳ نانومتر اندازه گیری می شود. مقدار سرب موجود در هوای تنفسی یا هوای محیط کار بر حسب میکروگرم سرب در متر مکعب هوا گزارش می شود.

ارزیابی تماس تنفسی با آلکیل های سرب با استفاده از استاندارد نایوش ۲۵۳۳ برای تتراتیل سرب و روش ۲۵۲۴ برای تترامیل سرب انجام می شود.

#### ۱۴-۴ تفسیر نتایج اندازه گیری سرب در هوای تنفسی

در خصوص ارزیابی تماس تنفسی کارگران با سرب و یا ترکیبات سرب به استثناء الکیل های سرب که روزانه به مدت چند ساعت در معرض تماس با سرب هستند، ابتدا غلظت متوسط وزنی- زمانی ۸ ساعته، تماس تنفسی کارگران محاسبه می شود. نتایج حاصل با حد مجاز توصیه شده مقایسه شده و در صورتی که میزان تماس، از یک دوم حد توصیه شده بیشتر شود، تماس تنفسی با سرب معنی دار بوده و نیاز به انجام اقدامات زیر است:

- مشورت با افراد صاحب نظر و کارشناسان فرایندی با هدف تعیین علت بالا بودن غلظت آلودگی
- بررسی مجدد اقدامات کنترلی به منظور اطمینان از اینکه سیستم های کنترلی موجود به درستی و در حدود تعریف شده کار می کنند.
- بررسی نیاز به استفاده از وسایل حفاظت تنفسی به عنوان یک راه حل موقتی تا زمان برگشت شرایط به حالت عادی
- اطلاع رسانی نتایج به کارگر
- آموزش اقدامات اصلاحی لازم به منظور کنترل تماس تا کمتر از حد مجاز به کارگر و استفاده از ماسک های تنفسی مناسب
- تصمیم گیری سریع در خصوص اجرای اقدامات کنترلی مناسب
- انجام نمونه برداری های بعدی با هدف تأیید نتایج اندازه گیری قبلی
- انجام مراقبت های پزشکی

## ۱۴-۵ فواصل انجام اندازه گیری سرب در هوای تنفسی

- اگر نتایج پایش هوا کمتر از حد عمل توصیه شده بود اندازه گیری ها در فواصل سالیانه انجام می شوند.

- اگر اندازه گیری اولیه نشان دهنده غلظت سرب در هوای محیطی در حد عمل یا فراتر از حد عمل ۳۰ میکروگرم در متر مکعب هوا، ولی کمتر از حد مجاز بود کارفرما موظف به تکرار اندازه گیری ها در فواصل ۶ ماهه می باشد. کارفرما باید بر این اساس اقدام به تکرار اندازه گیری ها تا زمانی که نتایج حداقل ۲ بار اندازه گیری متوالی که در فواصل ۷ روز از یکدیگر انجام می شوند کمتر از حد عمل باشد، نماید. تحت این شرایط، دیگر نیازی به انجام نمونه برداری نمی باشد.

- اگر نتایج اندازه گیری هوا، بیشتر از حد مجاز توصیه ۵۰ میکروگرم بر متر مکعب هوا باشد، کارفرما موظف به تکرار اندازه گیری ها در فواصل ۳ ماه یا فصلی می باشد. در این حالت کارفرما موظف به ادامه اندازه گیری در دفعات مورد نیاز دارد تا زمانی که نتایج حداقل ۲ پایش متوالی در فاصله ۷ روز از یکدیگر کمتر از حد مجاز و بالاتر از حد عمل باشد. در این حالت اندازه گیری ها در فواصل هر ۶ ماه تکرار خواهند شد.

- هرگاه در فرایند تولید، کنترل های موجود و یا در پرسنل شاغل به کار در فرایند تغییر محسوسی ایجاد شود به نحوی که سبب ایجاد تغییر در الگوهای تماس و یا تماس اضافی با سرب شود، یا به هر دلیل دیگری کارفرما اعتقاد دارد که این تغییرات منجر به ایجاد تماس های اضافی با سرب شده اند، نیاز به انجام اندازه گیری های اضافی است.

## ۱۴-۶ نگهداری اطلاعات نمونه برداری هوا

نتایج حاصل از نمونه برداری هوا باید به مدت ۴۰ سال و یا حداقل به اندازه طول دوره خدمتی کارگران به اضافه ۲۰ سال نگهداری شوند. این اطلاعات مشتمل بر موارد زیر هستند:

- نام و نام خانوادگی و شماره پرسنلی کارگر مورد پایش
- تاریخ نمونه برداری، طول دوره نمونه برداری، محل نمونه برداری
- توصیف کار کارگر و سایر کارگران در معرض تماس
- شرایط محیطی مؤثر بر مواجهه تماسی کارگر در زمان نمونه برداری.
- روش نمونه برداری و آنالیز نمونه ها
- نتایج حاصل از نمونه برداری
- سیستم ها و روش های کنترلی به کار رفته در محیط کار در زمان نمونه برداری

- نوع وسایل حفاظت تنفسی استفاده شده در زمان نمونه برداری
- کارفرما موظف است در مدت ۱۵ روز کاری از تاریخ دریافت نتایج نمونه برداری هوا، نتایج را به طور مکتوب به اطلاع کارگران برساند.
- در صورت خاتمه فعالیت شرکت کارفرما موظف به ارسال پرونده های پزشکی به سازمان های مسئول است.

## ۱۵- کنترل تماس با سرب در محیط کار

کنترل تماس به معنای استفاده از اقدامات مؤثر برای حذف و یا کاستن از ریسک تماس با سرب است. در این مسیر هدف اصلی حذف هر گونه ریسک های بهداشتی ناشی از تماس با سرب است. در جاهایی که حذف تماس امکان پذیر نباشد می بایست ریسک تماسی را با توجه به شدت خطر، اطلاعات در اختیار، در دسترس بودن روش های کنترلی، هزینه های حذف و یا اصلاح ریسک تا پایین ترین حد ممکن عملی کاهش داد. در برخی از موقعیت ها نیاز به استفاده همزمان از دو یا چند اقدام کنترلی برای حذف و یا کاستن از ریسک مواجهه است. اقدامات کنترل ریسک باید به عنوان جزئی از فرایند طراحی و یا به عنوان جزئی از تغییرات در محیط کار در نظر گرفته شود از اینرو اعمال آنها پس از انجام تغییرات در محیط کار توصیه نمی شود. کارفرما باید مطمئن شود که تماس کارگران با سرب کنترل شده و در جاهایی که به دلایل فنی یا عملیاتی امکان پذیر نیست، تا حد امکان کنترل شده است. بهترین اولویت کنترلی، جلوگیری از انتشار و در غیر اینصورت به حداقل رسانی انتشار سرب به هوای تنفسی می باشد. به این منظور ابتدا باید اقدام به نمونه برداری هوا کرد، در صورتی که غلظت سرب در هوا بیش از حد عمل توصیه شده بود و یا اگر تماس از هر راهی منجر به افزایش غلظت سرب در خون کارگران شده بود نیاز به ارائه برنامه کنترل تماس است.

اگر غلظت سرب در هوای تنفسی کمتر از حد مجاز تماس شغلی باشد یا غلظت به طور اتفاقی بیشتر از حد مجاز تماس شغلی شده باشد ولی بلافاصله علت افزایش غلظت مشخص و با اجرای اقدامات اصلاحی، وضعیت اصلاح شده تلقی می شود و نیازی به استفاده از روش های کنترلی نمی باشد.

به منظور دستیابی به کنترل مناسب، قبل از هر چیز باید با تمامی فرایندهایی که منجر به انتشار و تماس با سرب می شوند، آشنا شد. در بسیاری از فرایندها، نظیر ساخت لوله های پی وی سی، لایه برداری رنگ های قدیمی و یا آنالیز حرارتی نمونه های سنگ در محیط های آزمایشگاهی انتظار استفاده از

سرب نمی رود ولی با اندکی بررسی فرایند و یا بررسی متون علمی متوجه می شویم که از سرب استفاده می شود (شکل ۳).

برداشت رنگ های قدیمی حاوی سرب



کاربرد سرب در آنالیز حرارتی نمونه های سنگ



شکل ۳: آشنایی کامل با فرایند تولید

روش های کنترل تماس با سرب به ترتیب اولویت عبارتند از حذف، جایگزینی، جداسازی و کنترل های مهندسی که به صورت ترکیب با هم نیز قابل استفاده هستند. پس از اعمال کنترل های فوق ریسک های باقیمانده با بهره گیری از کنترل های اجرایی<sup>۱</sup> و در نهایت با استفاده از تجهیزات حفاظت فردی و رعایت بهداشت فردی کنترل خواهند شد.

## ۱۵-۱ حذف سرب از فرایند

مؤثرترین و بهترین روش حفاظت از سلامتی کارگران حذف سرب از فرایند می باشد که سبب می شود کار در محیطی فاقد ریسک و خطر تماس با سرب انجام شود. برای مثال، استفاده از رادیاتورهای آلومینیومی با مخزن پلاستیکی در صنعت خودروسازی به جای استفاده از رادیاتورهای مسی با مخزن لحیم کاری شده با سرب، استفاده از پایدار کننده های کلسیم/ روی به جای پایدار کننده های با پایه سرب در محصولات پی وی سی مثال هایی از حذف سرب از فرایند تولید و محصول محسوب می شوند.

## ۱۵-۲ جایگزینی

سرب در گروه سرطانزای انسانی احتمالی و با اثرات احتمالی بر دستگاه تولید مثل طبقه بندی شده است، از اینرو جایگزینی مواد کم خطر تر باید در اولویت قرار گیرد، در غیر این صورت باید مصرف سرب را تا کمترین حد منطقی کاهش داد. کارفرمایان بایستی در اولین فرصت نسبت به جایگزینی مواد حاوی سرب با مواد فاقد سرب اقدام کنند در غیر این صورت از مواد حاوی سرب کمتر یا حاوی ترکیبات سربی با حلالیت پایین تر استفاده کنند. به این ترتیب خطرات بهداشتی ناشی از تماس با سرب حذف و یا به حداقل خواهند رسید. جایگزینی یاتاقان های سربی با یاتاقان های ساخته شده بر پایه قلع، جایگزینی رنگ سفید پایه سربی با رنگ سفید پایه دی اکسید تیتانیوم، جایگزینی رنگ های حاوی ۲۰٪ سرب با رنگ های حاوی ۲٪ سرب، استفاده از لعاب پایه سربی به شکل دوغابه به جای استفاده از مواد پودری به منظور کنترل انتشار گرد و غبار نمونه ای از روش های جایگزینی محسوب می شوند (شکل ۴).

قبل: انتشار گرد و غبار در حین تخلیه پودر خشک سرب به مخزن مواد اولیه



بعد: کاهش انتشار گرد و غبار در حین تخلیه مخلوط آب و پودر سرب به مخزن مواد اولیه



شکل ۴: استفاده از لعاب به شکل دوغابه به جای استفاده از مواد پودری به منظور کنترل انتشار گرد و غبار



پیش از انجام جایگزینی با مراجعه به صفحات ایمنی مواد، بایستی اطمینان حاصل شود که مواد جدید مشکلات بهداشتی جدی تری نسبت به سرب ایجاد نمی کنند.

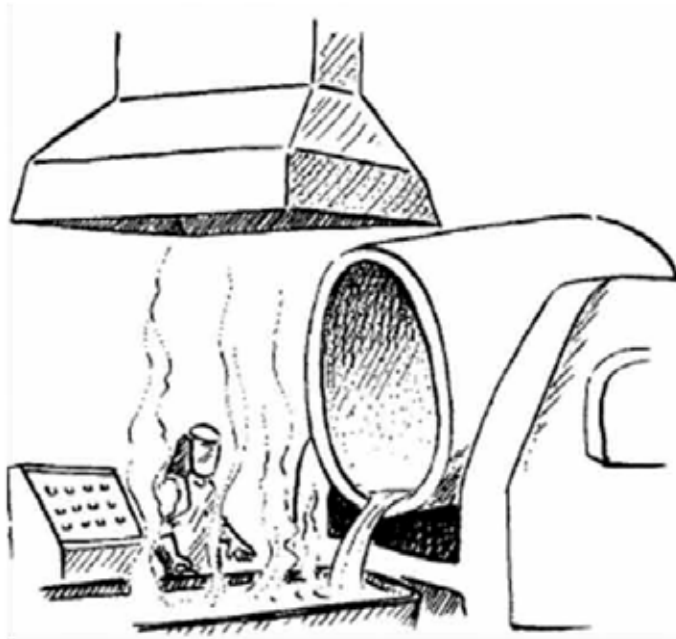
### ۱۵-۳ کنترل های مهندسی

در محیط های کاری که کارگران حداقل به مدت ۳۰ روز در سال در معرض تماس با گرد و غبار سرب در غلظت هایی بالاتر از حد مجاز هستند، کارفرما می بایست با بهره گیری از کنترل های مهندسی اقدام به کاستن از غلظت سرب در هوای تنفسی به کمتر از ۲۰۰ میکروگرم در متر مکعب هوا کند. در غلظت های کمتر از ۲۰۰ میکروگرم در متر مکعب هوا می توان به منظور کاستن از غلظت به کمتر از حد مجاز ۵۰ میکروگرم در متر مکعب هوای تنفسی از ترکیبی از کنترل های مهندسی، اجرایی و ماسک های تنفسی استفاده کرد. اجرای کنترل های مهندسی نیازمند بررسی دقیق فرایندهای تولید بوده و در مواردی توجیه دارد که امکان جایگزینی سرب و مواد حاوی سرب با ترکیبات کم خطر تر وجود ندارد. کنترل های مهندسی از نوع کنترل های فیزیکی هستند که با کنترل انتشار آلودگی در نزدیک ترین نقطه به منبع مانع از انتشار گرد و غبار، فیوم و یا میست به محیط کار و بالطبع باعث کاستن از تراز آلودگی محیطی و تماس های کارگری می شوند. در ذیل به برخی از متداول ترین کنترل های مهندسی به منظور کاستن از غلظت سرب در هوای تنفسی محیط های شغلی می پردازیم.

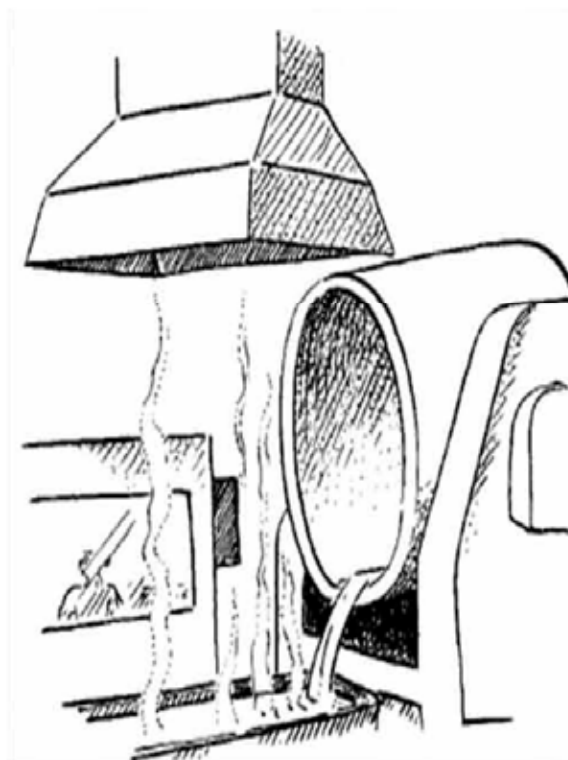
### ۱۵-۳-۱ محصورسازی

کار با سرب و مواد حاوی سرب باید تا حد امکان محصور و محدود به جاهای تعریف شده شود. با محصورسازی کامل کار، کارگر، فرایند یا سیستم جابجایی مواد که مسئول تولید و انتشار آلودگی هستند ضمن جلوگیری از انتشار سرب به محیط، تماس تنفسی تمامی کارگران حذف و یا به حداقل خواهد رسید. محصور سازی جزئی، ممکن است منجر به کاهش تماس برای برخی از کارگران شود ولی منجر به کاهش مواجهه برای تمام کارگران نمی شود. برای مثال فرایند ذوب و انتقال مذاب توام با انتشار فیوم و استرس های گرمایی است و نیازمند نظارت مداوم بر فرایند است. با ساخت اتاق کنترل و نظارت مجهز به سیستم تهویه می توان ضمن کنترل دقیق فرایند از تماس با فیوم ها و استرس های گرمایی به نحو مؤثری کاست (شکل ۵).

قبل: نظارت بر فرایند در محل انتشار فیوم



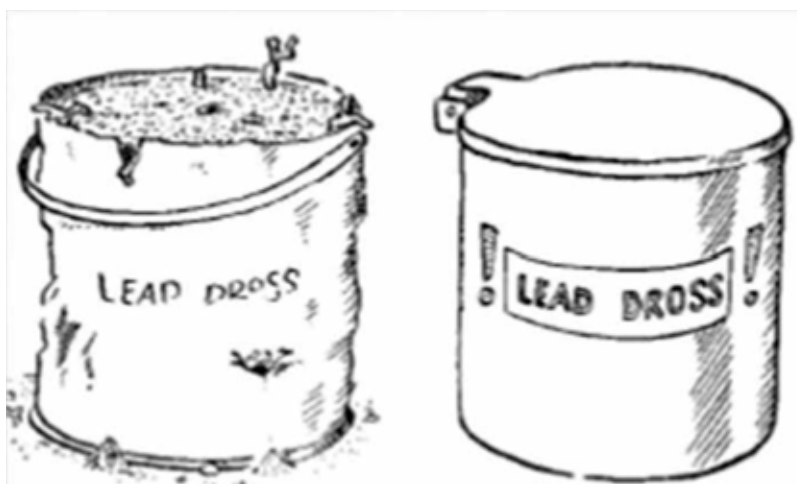
بعد: نظارت بر فرایند از اتاق دارای هویه



شکل ۵: نظارت مناسب بر فرایند، توام با کنترل تماس تنفسی و کنترل استرس های گرمایی با بهره گیری از اتاق کنترل دارای تهویه مناسب

برخی از کاربردهای روش محصور سازی در زمینه کنترل و پیشگیری از پخش و انتشار سرب در محیط کار به شرح زیر می باشد:

- نگهداری پسمان های سربی در ظروف دربسته (شکل ۶)
- استفاده از سیستم های تهویه مجهز به سیستم غبار گیر
- جلوگیری از انتقال ناخواسته سرب به خارج از محل کار توسط کارگر با لباس و بدن آلوده
- مکان یابی محل تأسیسات شستشو، دوش و تعویض لباس به نحوی که کارگران بدون عبور از بخش رفع آلودگی امکان ورود به سایر نواحی تمیز را نداشته باشند.



شکل ۶: پیشگیری از انتشار سرب با نگهداری ضایعات و مواد آلوده به سرب در ظروف دربسته

## ۱۵-۳-۲ سیستم تهویه موضعی

تهویه موضعی امکان کنترل انتشار سرب و ترکیبات آن را در منبع تولید فراهم می کند. سیستم تهویه موضعی مناسب با کمترین تغییر و تداخل با فرایندهای کاری و بدون انتقال آلودگی ها از منطقه تنفسی کارگر، به نحو مؤثر قادر به جمع آوری گرد و غبار یا فیوم های سرب بوده و به این ترتیب مانع از انتقال گرد و غبار و فیوم های سربی به سایر نواحی کاری می شود. طراحی سیستم تهویه موضعی برای یک فرایند بی توجه به ارزیابی های اولیه کار صحیحی نیست. منابع انتشار خیلی بزرگ، منابع کوچک متعدد و منابع متحرک با بهره گیری از سیستم تهویه موضعی قابل کنترل نمی باشند. در برخی از موارد غلظت آلاینده در توده آلودگی، ابعاد و سرعت توده آلودگی آنقدر زیاد است که با بهره گیری از سیستم تهویه موضعی قابل کنترل نمی باشد، در این موارد کارفرما باید سایر گزینه های کنترلی نظیر جداسازی یا محصورسازی، حذف منابع آلودگی و یا کاستن از ابعاد منابع انتشار آلودگی را دنبال کند. با توجه به اینکه ذرات معلق سرب در محدوده ذرات استنشاقی هستند، توده آلودگی عملاً غیر قابل رؤیت بوده و شرایط مناسبی برای تماس ناخواسته کارگران فراهم می شود. در چنین محیط هایی با بهره گیری از لامپ های تیندال نوری و یا افزودن دود، می توان شکل، سایز، سرعت و جهت حرکت توده گرد و غبار را مشاهده کرد (شکل ۷).



انتشار آلودگی در حین لحیم کاری در شرایط  
روشنایی معمولی

انتشار آلودگی در حین لحیم کاری در شرایط  
روشنایی تیندال

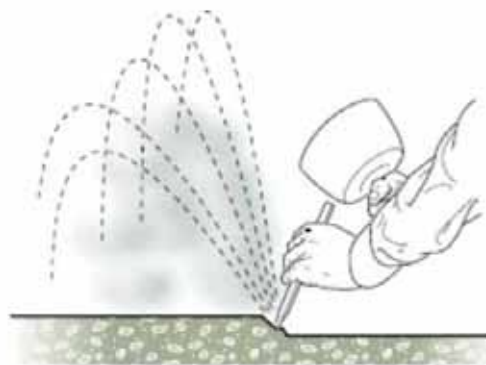
شکل ۷: انتشار فیوم های سرب به منطقه تنفسی در حین لحیم کاری در شرایط روشنایی معمولی و تیندال نوری

### ۱۵-۳-۳ نکات مهم در طراحی سیستم تهویه موضعی برای صنایع در معرض تماس با

#### سرب

- طراحی سیستم تهویه مؤثر و کارا با توجه به پارامترهای زیر امکان پذیر است:
- چه گازها، بخارات، گرد و غبار و فیوم هایی تولید و منتشر می شوند.
  - نحوه حرکت و انتشار توده آلودگی همراه با جریان های هوای محیطی.
  - فرایندهایی که دارای منابع انتشار آلودگی هستند.
  - تعداد کارگران و خصوصیات و ویژگی های کاری آنها در کنار منابع انتشار آلودگی
  - غلظت آلودگی در محیط کار و میزان کنترل مورد نیاز
  - قدرت آزادسازی منبع انتشار آلودگی
- اجرای یک طرح کنترلی مناسب نیازمند بررسی تمامی فعالیت ها و منابع انتشار سرب از فرایند می باشد.
- الف) در فرایندهای صنعتی، منابع انتشار در چهار اصلی به شرح زیر قابل بررسی هستند:
- سبک<sup>۱</sup> یا بالا رونده، نظیر تولید و انتشار فیوم از منابع داغ
  - تزریق شده به هوای در حال حرکت، نظیر افزودن رنگ یا ذرات سیلیس به جریان هوای تحت فشار و خروج تواما در فرایندهای اسپری رنگ، سندبلاست
  - انتشار یافته به محیط از منابع ثانویه، نظیر انتشار مجدد از روی سطوح و یا از روی لباس های حفاظت فردی
  - آزاد شده به محیط با انرژی اولیه، نظیر فرایندهای سایش، برشکاری، سندبلاست و....
- در شکل ۸ منابع مختلف انتشار سرب در فرایندهای رنگ زدایی از سطح به روش های مختلف ارائه شده است.

1 - buoyant



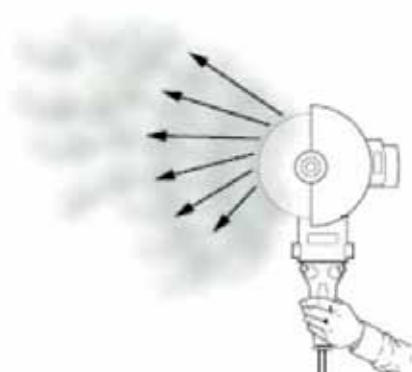
آزاد سازی انحصاری



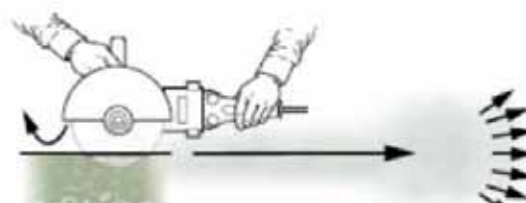
آزاد سازی تدریجی (روبه افزایش)



آزاد سازی مارپیچی در اطراف دیسک در  
حال چرخش



آزاد سازی گسترده از دیسک چرخنده



آزاد سازی باریک از محل برشکاری

شکل ۸: منابع مختلف انتشار سرب در فرایندهای مختلف.

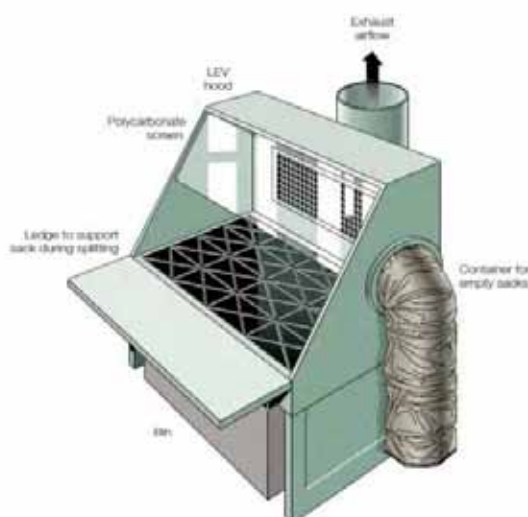
ب) با بهره گیری از سیستم تهویه موضعی (شکل ۹) گرد و غبار ناشی از تخلیه کیسه های اکسید سرب کنترل شده است. اگرچه انتشار ذرات معلق از منبع انتشار تخلیه کیسه ها به خوبی کنترل شده ولی عدم توجه به بخش جمع آوری کیسه های خالی، اثر بخشی کلی سیستم را به نحو مؤثری کاهش داده است (بخش ۲- از شکل ۹). سیستم کنترلی مناسب که با توجه به هر دو منبع انتشار آلودگی کنترل مناسبی را فراهم کرده است، در بخش ۳ از شکل ۹ ارائه شده است.



۱- تهویه موضعی در محل تخلیه کیسه ها



۲- عدم توجه به کنترل گرد و غبار در محل جمع آوری کیسه های خالی



۳- تهویه موضعی با توجه به کنترل آلودگی ناشی از محل های تخلیه پودر و جمع آوری کیسه های خالی

شکل ۹: سیستم تهویه موضعی برای کنترل گرد و غبار ناشی از تخلیه کیسه های اکسید سرب



پ) توده آلودگی پس از خروج از منبع تولید، بر اثر اختلاط و انتشار با هوا بزرگ تر شده، غلظت آلاینده در آن کاهش یافته و موجب ایجاد تماس در تعداد بیشتری از کارگران می شود. بر این اساس، جهت دستیابی به کنترل مؤثر، سیستم کنترلی را در نزدیک ترین نقطه به منبع انتشار آلودگی نصب شود. تأثیر فاصله بر کنترل آلودگی در (شکل ۱۰) ارائه شده است.



تغیر مؤثر

تغیر نیمه مؤثر

تغیر مؤثر

شکل ۱۰: تأثیر فاصله هود از منبع تولید بر میزان مکش و کنترل آلودگی

ت) تهویه موضعی برای منابع انتشار نقطه ای نظیر جوشکاری، لحیم کاری، ریخته گری و یا توزین مواد توصیه می شود. در شکل ۱۱ و ۱۲ کاربردهای تهویه موضعی به منظور کنترل این منابع ارائه شده است.



برداشت ذرات به جا مانده از مراحل قبلی (لحیم کاری، تعمیر): هدایت هود به منطقه کار



کار بر روی سطح قطعه:  
اطمینان از نزدیکی هود به سطح کار



لحیم کاری:  
اطمینان از باز بودن مجرای مکش

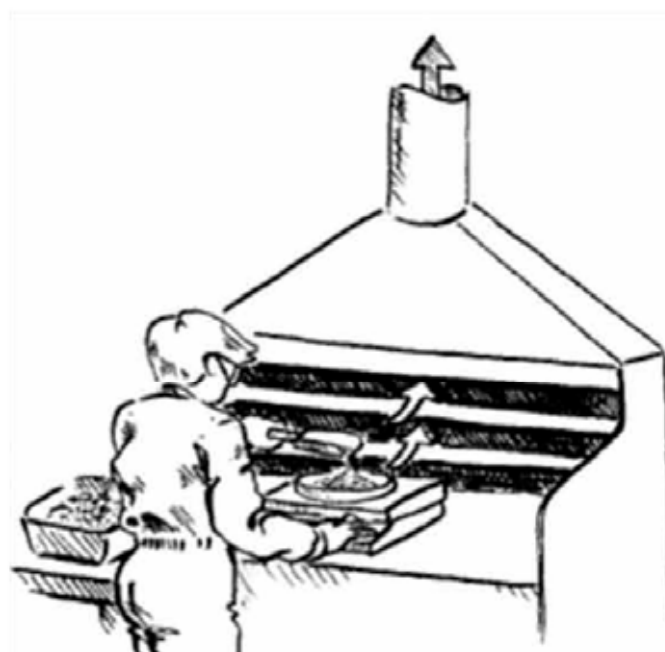


سنباده زنی سطح:  
اطمینان از عملکرد سیستم مکش در حین کار

شکل ۱۱: کاربردهای تهویه موضعی در زمینه کنترل منابع انتشار کوچک



قبل: انتشار گرد و غبار در ایستگاه توزین رنگ میکرونیزه حاوی سرب



بعد: کنترل انتشار گرد و غبار در ایستگاه توزین رنگ توسط تهویه موضعی با هود شکاف دار جانبی

شکل ۱۲: کاربرد تهویه موضعی با هود شکاف دار جانبی در ایستگاه توزین رنگ میکرونیزه

ث) استفاده از هودهای دریافت کننده به منظور کنترل انتشار آلودگی در منابع داغ نظیر کوره های ذوب سرب، با توجه به ابعاد منبع انتشار باید هود در ارتفاعی نصب شود که مانع از ورود کارگر به منطقه عبور هوای آلوده شود. در شکل ۱۳ حالت های مختلف نصب هود دریافت کننده برای یک منبع داغ ارائه شده است.



۱- کنترل مناسب آلاینده ها در منبع انتشار داغ

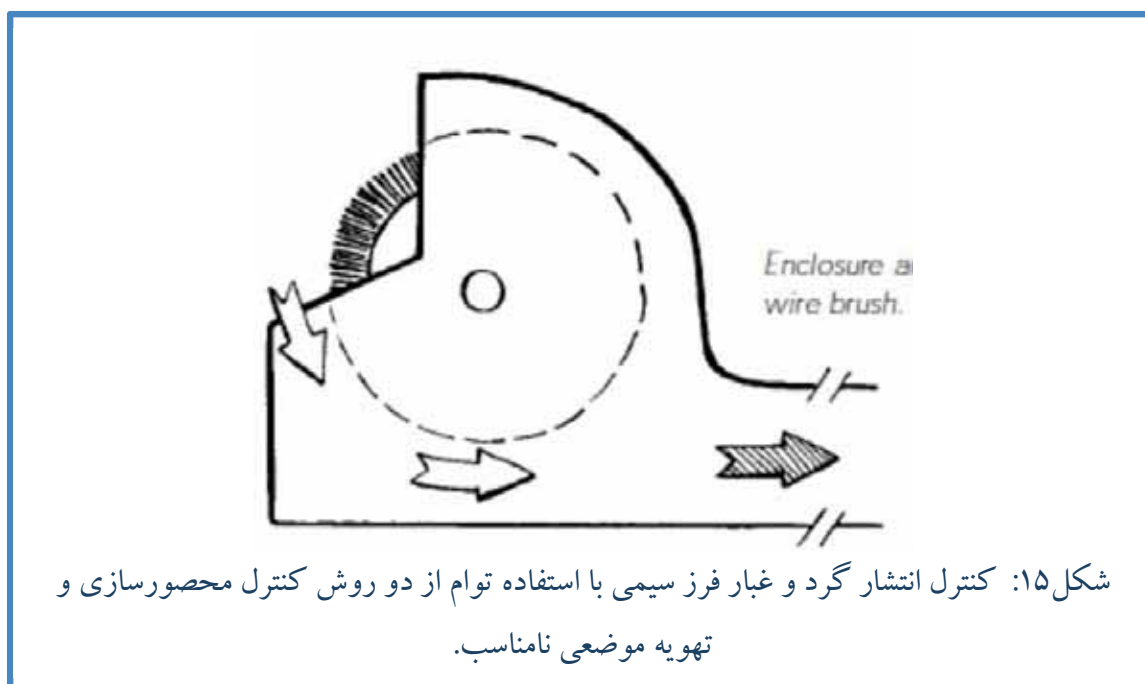
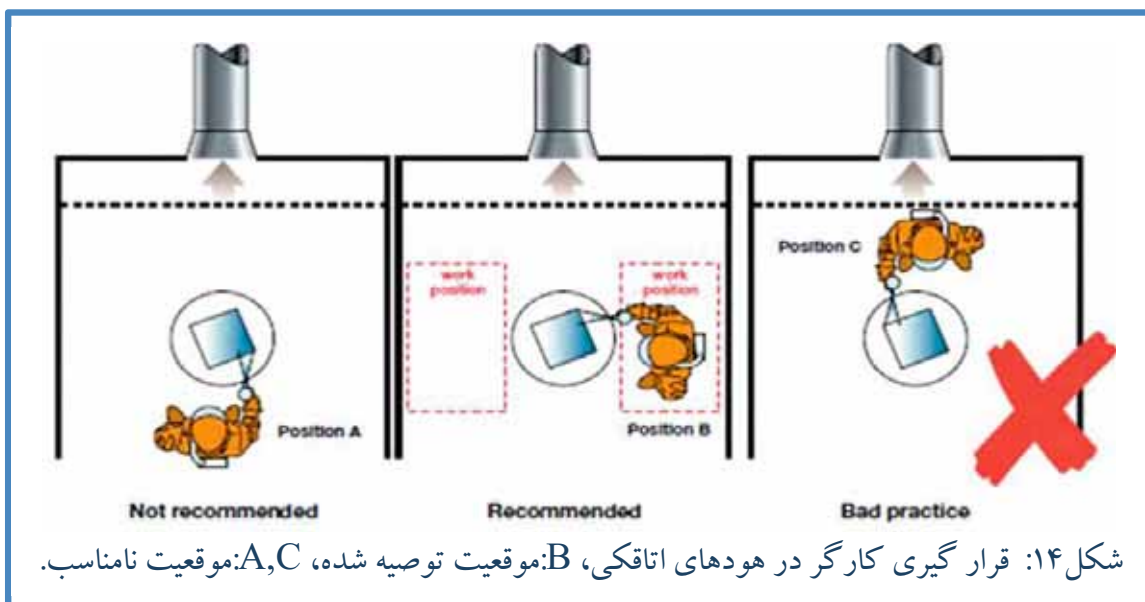


۲- کنترل نامناسب آلاینده ها در منبع انتشار داغ، کارگران در مسیر حرکت توده آلودگی هستند.

شکل ۱۳: نصب هود دریافت کننده در موقعیت مناسب (شماره ۱) و نامناسب (شماره ۲)

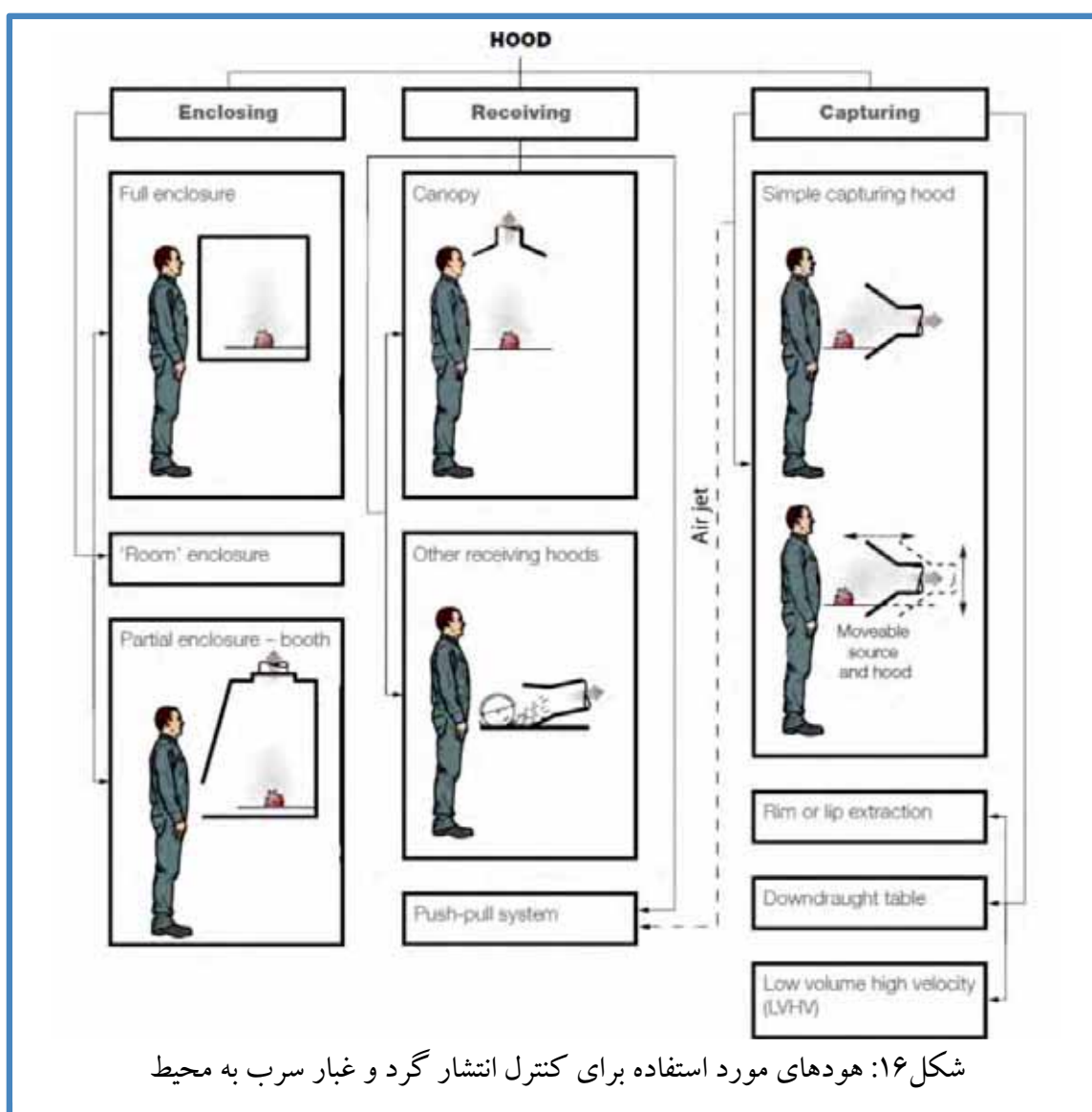
ج) استفاده همزمان از روش های محصورسازی کامل یا جزئی فرایند و منبع تولید آلودگی به شرح زیر باعث افزایش کارایی سیستم تهویه موضعی خواهد شد (شکل-۱۴،۱۵):

- نگهداری سرب یا مواد حاوی سرب و یا آلوده به سرب در بشکه ها و کیسه های غیر قابل نفوذ و غیر قابل نشتی (محصورسازی کامل) و استفاده از آنها در شرایط تهویه موضعی.
- انجام کارها در اتاقک های نیمه محصور که با ورود هوای تمیز به داخل اتاقک و حذف اثر جریان های هوایی سرگردان در محیط کار مانع از انتشار سرب به هوای تنفسی می شوند (محصور سازی جزئی).



چ) کار در هود های محصور اتاقکی، منوط به استفاده از وسایل حفاظت تنفسی نظیر سیستم تأمین هوای تنفسی می باشد. از اینرو در مرحله طراحی تأمین تمهیدات لازم نظیر لوله کشی و نصب محل های اتصال ماسک تنفسی به سیستم هوارسان ضروری است.

خ) بهره گیری از هودهای محصور کننده<sup>۱</sup>، دریافت کننده<sup>۲</sup> و گیرنده یا بدام اندازنده<sup>۳</sup> به شرطی توصیه می شود که از سرعت ربایش کافی برخوردار بوده و جریان هوای تمیز با عبور از منطقه تنفسی کارگر، توده آلودگی را به سمت سیستم تهویه هدایت کند. در شکل ۷ انواع هودهای قابل استفاده در زمینه کنترل سرب ارائه شده است.

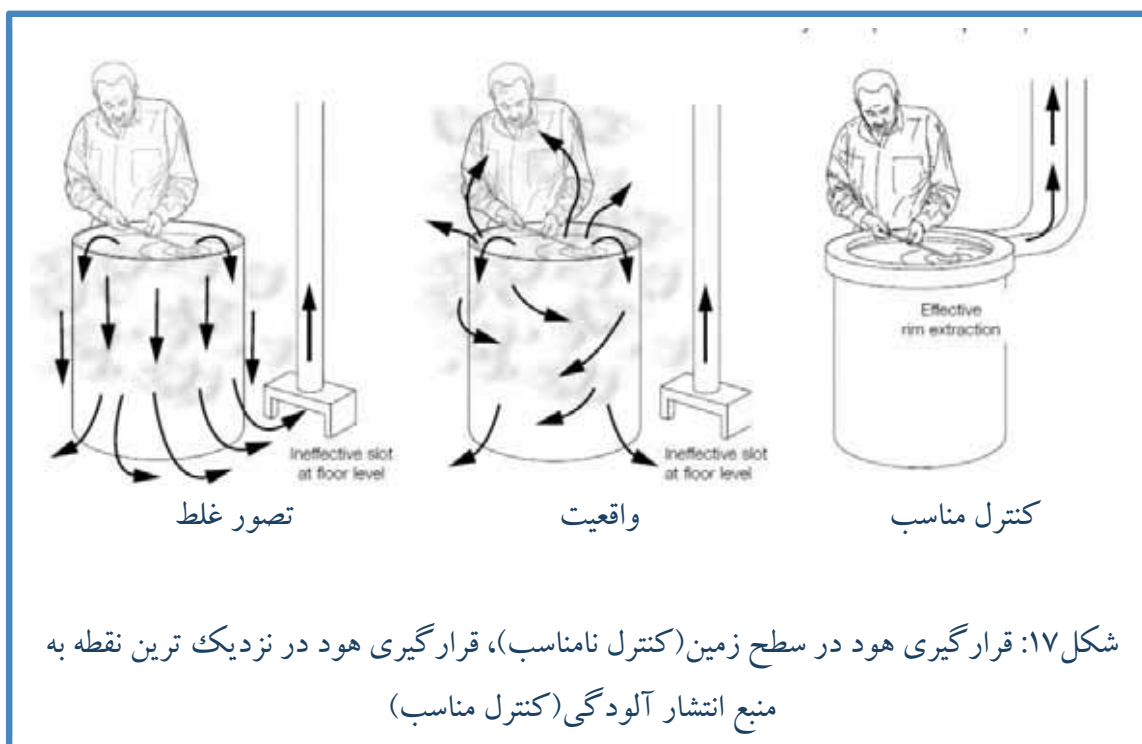


شکل ۱۶: هودهای مورد استفاده برای کنترل انتشار گرد و غبار سرب به محیط

- 1 - Enclosing
- 2 - Receiving
- 3 - Capturing

د) ابعاد ذرات تعیین کننده نحوه انتشار و حرکت آنها در هوا است. غالباً این تصور وجود دارد که مواد سنگین نظیر سرب که از دانسیته بالاتری برخوردار هستند، گرد و غبار سنگین تری تولید می کنند که به سرعت ته نشین می شوند، از اینرو جهت حصول به تهویه مؤثر، هود سیستم تهویه موضعی باید در سطح زمین نصب شود.

- ذرات درشت، حتی از مواد با دانسیته کم نظیر گرد و غبار پلاستیک، به آسانی از جریان هوا جدا و ته نشین شده و ذرات ریز، حتی از مواد با دانسیته بالا، نظیر گرد و غبار سرب، در هوا شناور مانده و تا قبل از ته نشینی مسافت های طولانی را طی می کنند. بر این اساس، برای کنترل سرب باید به جای قرار گیری هود در سطح زمین، هود در نزدیک ترین نقطه به منبع انتشار آلودگی نصب شود (شکل ۱۷).





ذ- سیستم تهویه باید به نحوی استفاده شود که بدون عبور جریان هوای آلوده از منطقه تنفسی کارگر قادر به کنترل آلودگی در منبع تولید باشد. (شکل ۱۸)



قبل: نصب هود در موقعیت نامناسب سبب ایجاد تماس تنفسی کارگر با فیوم های  
لحیم کاری می شود.



بعد: نصب هود در موقعیت مناسب سبب کنترل فیوم های سرب در منبع تولید می شود

شکل ۱۸: استفاده از سیستم تهویه به نحوی که موجب تماس تنفسی اضافی در کارگر نشود



ر) به اصول ارگونومی در طراحی و استفاده از هود توجه کرده و از هماهنگی هود با کاری که کارگر انجام می دهد اطمینان حاصل شود.

ز) استفاده مجدد از هوای خروجی از سیستم تهویه در سالن تولید منوط به نصب فیلتر هپا در سیستم تهویه، همراه با فیلتر پشتیبان مطمئن و سیستم های پایش سرب در مسیر هوای برگشتی به سالن است.

ژ) فن به کار رفته در سیستم تهویه باید بعد از فیلتر هپا نصب شود تا هرگونه نشتی و انتشار مجدد آلودگی به هوای محیطی به حداقل برسد.

### ۱۵-۳-۴ بازدید دوره ای از سیستم تهویه موضعی

پس از اجرای سیستم تهویه موضعی، مسئولیت نگهداری سیستم در وضعیت بهینه و مناسب بر عهده کارفرما و کارگران می باشد. وظیفه کارگران گزارش سریع موارد و مشکلات مشاهده شده است.

سیستم تهویه باید در فواصل منظم به شرح زیر بازدید و نتیجه بررسی و تست سیستم ثبت و حداقل به مدت ۵ سال از تاریخ انجام، نگهداری شود.

-در شرایط کاری معمول: حداقل یک بار در فواصل ۱۴ ماهه

-در سایر موارد: در فواصل زمانی مناسب به تشخیص کارشناسی

-بازدید چشمی: حداقل هفته ای یک بار

در بررسی سیستم تهویه که هر ۱۴ ماه یک بار انجام می شود می بایست تمامی سیستم از هود تا محل تخلیه همراه با پارامترهای عملیاتی نظیر سرعت ربایش، سرعت در کانال، فشار استاتیک به دقت بررسی شوند.

اندازه گیری کارایی سیستم کنترلی حداکثر ۵ روز پس از هرگونه تغییر در محصولات، فرایندها و سایر سیستم های کنترلی که ممکن است بر میزان انتشار و تماس با آلودگی مؤثر باشند باید انجام شود.

### ۱۵-۴ اصلاح فرایند

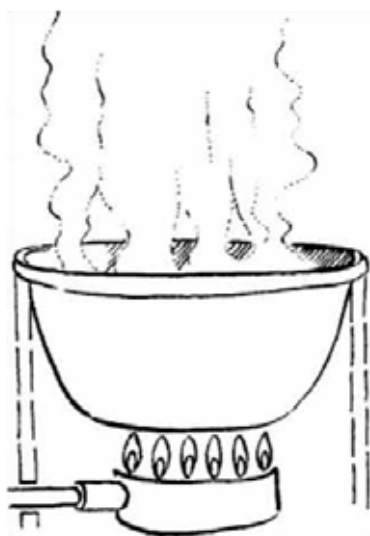
در برخی از موقعیت ها با اصلاح فرایند می توان به نحو مؤثری از تولید و انتشار گرد و غبار و فیوم های سرب به محیط کار کاست. برخی از مهمترین روش های اصلاح فرایند به شرح زیر می باشند:

- استفاده از روش های کاری مرطوب

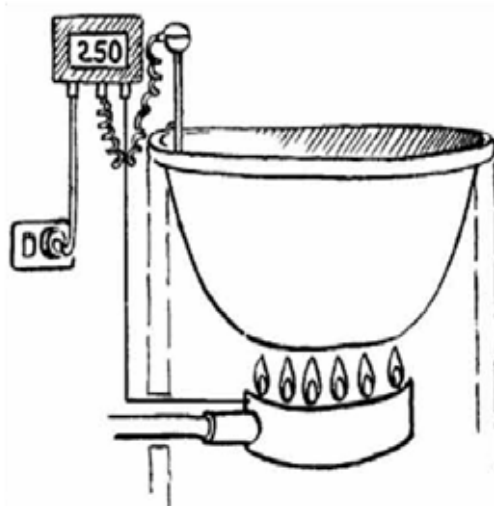
- لایه برداری رنگ های سربی قدیمی با آب تحت فشار به جای شعله و کاردک

- نظافت محیط کار به روش های مکشی و یا روش های مرطوب

- بریدن سرب یا فلزات حاوی سرب با اره یا وسایل برشی سرد به جای برش کاری با ترچ هوا - برش، یا قوس الکتریکی
- استفاده از سرب به شکل امولسیون، دوغاب و یا خمیر
- کنترل دمای مذاب به کمتر از ۴۵۰ درجه سانتیگراد و کاهش معنی دار در انتشار فیوم های سرب (شکل-۱۹).



قبل: انتشار فیوم های سرب فلزی در حین فرایند ذوب



بعد: کنترل انتشار فیوم های سرب با کنترل ترموستاتیک دمای ذوب در دمای کمتر از ۴۵۰ درجه سانتیگراد

شکل ۱۹: کنترل دما به منظور کنترل انتشار فیوم در فرایند ذوب سرب

- محصور سازی کامل سرب، مواد حاوی سرب و یا آلوده به سرب در بشکه ها و کیسه های غیر قابل نفوذ و غیر قابل نشتی و استفاده از این منابع در شرایط تهویه موضعی
- مرطوب سازی سرب در فرایندهای آسیاب خیس و یا فرایندهای تولید خمیر
- مرطوب سازی کف کارگاه و سطح میزهای کار که بر روی آنها فعالیت هایی نظیر تولید خمیر، اندود سازی سطوح تیغه های باطری ها با خمیر انجام می شود. کارایی این روش فقط تا زمانی که سطوح مرطوب هستند می باشد و پس از آن انتشار گرد و غبار افزایش می یابد.
- استفاده از روش مرطوب در موارد زیر ممنوع است:
- در کنار کوره ها بواسطه احتمال ایجاد خطر انفجار
- در مجاورت مواد سربی حاوی آرسنیک و آنیمون که منجر به تولید گازهای آرسین و آستیین می شود.

## ۱۵-۵ کنترل های اجرایی

این کنترل ها در واقع سیستم های کاری هستند که نقش مکمل در پیشگیری و یا کاستن از ریسک تماس با سرب دارند. در صورتی که با اجرای سایر روش های کنترلی باز هم برخی از خطرات کنترل نشده و مقداری ریسک باقیمانده در محیط وجود داشته باشد کنترل های اجرایی توجیه پیدا می کنند. اطلاعات، دستورالعمل ها و آموزش، نظافت مناسب محیط کار، طراحی مناسب محیط کار، محل های شستشو و دوش، غذاخوری تمیز و محل استراحت جدای از محیط کار، فرایندهای کار ایمن، تعمیر و نگهداری مناسب، چرخش شغلی، تغییر در الگوهای کاری، ممانعت از اضافه کار کارگران، علائم و نشانه ها، زمان بندی کارها، به کار گیری برنامه مراقبت پزشکی در گروه کنترل های اجرایی قابل بررسی هستند.

### ۱۵-۵-۱ اطلاعات، دستورالعمل ها و آموزش

اطلاعات، دستورالعمل ها و آموزش به عنوان جایگزین روش های کنترل ریسک محسوب نمی شوند. ارائه اطلاعات، دستورالعمل ها و آموزش ها به کارگران شاغل به کار در محیط های پر گرد و غبار که در معرض تماس با غلظت های بالاتر از حد عمل سرب، یا بروز التهابات پوستی و چشمی هستند تأثیر به سزایی در ارتقاء سلامت شغلی خواهد داشت. کارفرما موظف به تأمین اطلاعات، دستورالعمل ها و آموزش برای کارگران در معرض تماس با سرب است. کارگران تنها پس از دریافت اطلاعات، دستورالعمل ها و آموزش های لازم مجاز به کار با سرب می باشند. تمامی کارگرانی که با سرب کار می کنند، افرادی که وظیفه نظارت بر کارگران و یا بازدید از محل کار را

بر عهده دارند و یا به هر روش دیگری احتمالاً در معرض گرد و غبار و فیوم های سرب هستند، نیازمند اطلاعات، دستورالعمل ها و آموزش های لازم می باشند. اطلاعات لازم توسط آموزش، صفحات ایمنی و بهداشت مواد، برچسب ها، صفحات اطلاعات فنی و سایر اطلاعات ارائه شده از سوی سازنده، وارد کننده در اختیار کارگران قرار می گیرد. درک اثرات بهداشتی ناشی از تماس تنفسی یا دهانی با سرب از سوی کارگران و یا اهمیت انجام فعالیت ها با پرهیز از انتشار آلودگی سبب ایجاد تغییر در رفتار کارگران و افزایش علاقه آنها به انجام وظایف شغلی بر اساس قوانین و ضوابط بهداشت شغلی خواهد شد. به منظور افزایش سودمندی و اثرگذاری، اطلاعات، دستورالعمل ها و آموزش باید بر اساس اولویت بندی نیازهای این حوزه که در ارزیابی ریسک تعیین شده و به زبان قابل فهم و متناسب با زبان، فرهنگ، سطح مهارت و دانش، سابقه کار، جنسیت، زبان و سواد کارگران و با بهره گیری از روش های آموزش شفاهی، کتبی، نمایشی به گونه ای ارائه شوند که سبب تغییر نگرش در افراد در معرض تماس با سرب در زمینه های زیر شود:

- ۱- خطرات بالقوه و ریسک های بهداشتی ناشی از کار با سرب
- ۲- نحوه انجام و رعایت دستورالعمل ها و فرایندهای ایمنی و بهداشت
- ۳- دلایل انجام کنترل ریسک و نحوه استفاده از سیستم ها و روش های کنترل های موجود
- ۴- اهمیت انجام پایش های زیستی و پزشکی

#### ۱۵-۱-۵-۱ محتوای اطلاعات، دستورالعمل ها و دوره های آموزشی

نوع و مقدار اطلاعات، دستورالعمل ها و آموزش ها تابع ریسک های بهداشتی موجود در محیط کار بوده و به طور کلی مشتمل بر موارد زیر است:

- معرفی سرب و ترکیبات حاوی سرب مورد استفاده در فرایند
- منابع تماس و راه های ورود سرب به بدن
- معرفی خواص تجمعی سرب در بدن با گذشت زمان و تکرار تماس
- معرفی اثرات نامطلوب سرب بر سیستم عصبی، کلیه ها، اختلال در سنتز هموگلوبین و ایجاد کم خونی
- معرفی اثرات نامطلوب سرب بر دستگاه تولید مثل و بر قابلیت باروری
- حساسیت جنین در حال رشد و نوزادان به سرب و ضرورت پیشگیری از تماس زنان مستعد بارداری، زنان باردار یا زنان شیرده با سرب.
- اثرات بهداشتی ناشی از تماس با سرب بر کارگر و اعضاء خانواده (همسر، زن باردار، کودکان).
- اهمیت بهداشتی انتقال سرب از محیط کار به اتومبیل، جامعه، منزل و اعضاء خانواده

- حدود مجاز مواجهه تماسی، حد عمل و حد تعلیق
- صفحات ایمنی سرب مصرفی و نحوه استفاده از آنها
- برچسب گذاری بشکه های حاوی سرب یا مواد سربی
- معرفی اقدامات انجام شده جهت کنترل تماس با سرب و نحوه استفاده از آنها
- روش ها و فرایندهای انجام کار ایمن در هنگام کار با سرب در بخش های مختلف نظیر نحوه کار، استفاده در فرایند، انبارسازی، جابجایی، نظافت محیط، دفع پسمان و...
- اهمیت به حداقل رسانی انتشار گرد و غبار و فیوم های سرب به هوا
- نحوه استفاده از اقلام حفاظت فردی در محیط و محدودیت های آنها
- اهمیت شناسایی و گزارش هر گونه موارد خرابی و اشکال در سیستم های کنترلی و یا وسایل حفاظت فردی
- دلایل اندازه گیری سرب در هوای محیط کار، نحوه اندازه گیری و چگونگی تحلیل نتایج
- دلایل ممانعت از ادامه کار در مشاغل با ریسک مواجهه بالا با سرب
- اهمیت رعایت استانداردهای بهداشتی، پرهیز از مصرف دخانیات، خوردن و نوشیدن در محیط کار
- معرفی اقدامات احتیاطی و پیشگیرانه به منظور حفاظت کارگر از خود و سایر همکاران در محل کار
- نحوه استفاده از کنترل های مهندسی موجود نظیر سیستم های تهویه موضعی
- نحوه صحیح انجام فعالیت ها با پرهیز از تولید و انتشار آلودگی
- اهمیت رفع آلودگی سرب از روی تجهیزات، لباس کار و سطح بدن در هنگام خروج از محل کار
- نحوه رفع آلودگی سرب از سطح لباس های حفاظتی و تجهیزات در هنگام خروج از محل کار
- نحوه رفع آلودگی سرب از روی پوست در بخش تسهیلات بهداشتی (دوش، روشویی ها) در هنگام خروج از محل کار
- نحوه شستشوی صحیح دست و صورت
- نحوه استفاده صحیح از لباس ها و تجهیزات حفاظت فردی، نگهداری و محدودیت های آنها
- برنامه حفاظت تنفسی (تست انطباق ماسک با صورت، نحوه نگهداری مناسب، محدودیت ها، نحوه نظافت، ضد عفونی، تعمیر و نگهداری و تعویض ماسک)
- اهمیت بهداشت فردی
- ضبط و ربط مناسب محیط کار و اهمیت آن در کنترل تماس تنفسی با سرب
- صرف غذا، نوشیدنی و استراحت در محیط کار و مخاطرات آن

### ۱۵-۵-۱-۲ بازنگری و ارزیابی اطلاعات، دستورالعمل ها و آموزش

به منظور اطمینان از سودمندی و کارایی اطلاعات، دستورالعمل ها و آموزش ها باید حداقل سالی یک بار و یا متناسب با تغییرات محیط کار به شرح زیر در فواصل کوتاه تر مورد بازبینی قرار گیرند:

- تغییر در ماهیت خطر، برای مثال وقتی که مواد جدیدی در فرایند استفاده می شوند
- تغییر در روش های انجام کار و یا اقدامات کنترلی در فرایند
- ارائه اطلاعات جدید در خصوص مخاطرات بهداشتی ناشی از تماس با سرب و مواد حاوی سرب
- بازنگری محتویات علمی با هدف اطمینان از فهم آسان و درست اطلاعات، دستورالعمل ها و آموزش

### ۱۵-۵-۱-۳ صفحات ایمنی و بهداشت

صفحات ایمنی و بهداشت سرب و ترکیبات حاوی سرب به عنوان مهمترین مرجع دسترسی به اطلاعات ایمنی و بهداشتی کار با ماده باید حاوی اطلاعات زیر باشد: تاریخ تهیه و بازنگری، سازنده، وارد کننده، نام محصول، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مواد، ترکیب مواد، نسبت هر یک از مواد در ساختار محصول، اطلاعات مخاطرات بهداشتی، کمک های اولیه، استفاده ایمن از ماده، استانداردهای مواجهه تماسی، تجهیزات حفاظت فردی مورد نیاز، نحوه جمع آوری نشتی ها و آزادسازی های اتفاقی ماده، برخورد با موارد اورژانسی.

- اطلاعات ایمنی و بهداشتی ماده باید قبل از تهیه و خرید و یا استفاده از ماده تهیه و بررسی شوند.
- پس از مطالعه اطلاعات می توان در خصوص استفاده از ماده تصمیم گیری کرد.
- صفحات ایمنی و بهداشت مواد باید در مکان در دسترس برای تمامی کارگران در معرض تماس با سرب قرار گرفته و اطمینان حاصل شود که تمامی کارگران به راحتی به آن دسترسی دارند.
- رونوشت صفحه اطلاعات ایمنی و بهداشت مواد باید در نزدیک ترین نقطه به محل کار کارگر در معرض تماس با سرب قرار داشته باشد.

### ۱۵-۵-۱-۴ برچسب گذاری ظروف حاوی سرب

ظروف حاوی سرب و مواد سربی باید دارای برچسب باشند. کارفرما موظف است تمامی ظروف حاوی سرب را به نحو مناسب برچسب گذاری کند.

برچسب باید دارای اطلاعات زیر باشد:

- نام ماده موجود در ظرف، نام، آدرس و شماره تلفن سازنده، اطلاعاتی در خصوص ترکیبات یا اجزاء سازنده مواد موجود در ظرف

- خلاصه اطلاعات ایمنی و بهداشت ماده
- نصب واژه خطر یا عبارت مشابه نظیر مواد سمی، هشدار، احتیاط، که نشان دهنده شدت خطر باشد.
- ظروف حاوی مواد تا زمانی که کاملاً تخلیه و به خوبی تمیز نشده اند باید دارای برچسب باشند.
- برچسب باید سالم، تمیز و غیر قابل جابجایی از روی ظرف باشد.
- تمام ظروف مواد باید دارای برچسب باشند. در صورتی که ظرفی فاقد برچسب بود تا زمانی که ترکیب مواد داخل ظرف تعیین نشده است باید در محلی مطمئن و غیر قابل دسترس با برچسب "احتیاط، استفاده نشود: ماده ناشناخته" نگهداری شود.
- کارگران به محض مشاهده ظروف فاقد برچسب باید مراتب را کارفرما یا مسئول ایمنی و بهداشت گزارش کنند.

#### ۱۵-۵-۲ نظافت محیط کار

- مناطق و ایستگاه های کار با سرب باید تمیز و عاری از گرد و غبار سرب باشند. این مهم در گرو تعامل کارفرما و کارگران است. تمیز سازی منظم محیط کار، نقش مؤثری در کاستن از تماس های تنفسی و گوارشی با سرب دارد.
  - نظافت سطوح آلوده به سرب در وهله نخست بایستی با سیستم مکشی (فشار منفی) مجهز به فیلتر هپا، ترجیحاً از نوع مرکزی و در غیر این صورت با دستمال مرطوب انجام شود.
  - روش نظافت باید مانع از انتشار آلودگی به محیط کار و سایر نواحی تمیز شود. استفاده از هوای فشرده و یا جاروی خشک ممنوع است. نظافت با جاروی برقی مرکزی و یا متحرک مجهز به فیلتر هپا و در غیر اینصورت با استفاده از روش های تر نظیر نظافت با دستمال مرطوب مجاز می باشد.
- (شکل ۲۰).



قبل: انتشار گرد و غبار در حین جارو کردن محیط



بعد: کاهش انتشار گرد و غبار در حین نظافت محیط توسط جاروی برقی مجهز به فیلتر گرد و غبار

شکل ۲۰: نظافت محیط کار به روش های فشار منفی مانع از انتشار گرد و غبار به محیط کار می شود



- استفاده از جاروی خشک و تر فقط در جایی مجاز است که روش های فشار منفی آزموده و موثر نبوده اند.
- اگر نظافت به روش فشار منفی انجام می شود جمع آوری و تخلیه گرد و غبار جمع آوری شده باید به روشی انجام شود که منجر به انتشار مجدد گرد و غبار به محیط نشود.
- تمیز سازی محیط کار باید با تأکید بر مناطق با استعداد انتشار آلودگی و محل های با احتمال تجمع گرد و غبار نظیر لبه ها، قفسه ها، سطوح زبر، روی لوله ها و کابل ها، سطح دیوارها، سقف، میزهای کاری و سطوح خارجی ماشین آلات انجام شوند.
- دستمال ها و فیلترهای آلوده به سرب بایستی بر اساس روش های دفع ایمن معرفی شده از سوی کارفرما جمع آوری و دفع شوند.
- به منظور کنترل انتشار گرد و غبار از منابع غیر فرایندی، طاقچه ها و لبه های بالای سر، سطح دیوارها، سقف، روی تیرهای عرضی، لوله ها و تمامی نقاطی که به نحوی محل تجمع گرد و غبار هستند باید به طور منظم تمیز شوند.

### ۱۵-۲-۱ فواصل نظافت و تمیز سازی

- به منظور پیشگیری از تماس تنفسی و گوارشی با سرب، نظافت محیط کار باید در فواصل منظم زیر و در صورت لزوم هر وقت که لازم است انجام شود.
- میزهای کار و سطح زمین، رختکن لباس های کار آلوده، محل های شستشو و یا بخش های اختصاص یافته به استعمال سیگار: حداقل یک بار در روز
- غذاخوری: حداقل یک بار در روز تمیز و یا شستشو شود.
- سطوح خارجی تجهیزات و وسایل مورد استفاده در فرایند نظیر راکتورها، ماشین ها: حداقل یک بار در روز.
- ماسک های تنفسی: در پایان هر شیفت یا دوره کاری
- لباس های حفاظتی: پیش از خروج از محل کار جهت ورود به غذاخوری و یا به دنبال استفاده روزانه به روش فشار منفی و یا حداقل هر هفته یک بار شستشو و در صورت لزوم تعویض شوند.

### ۱۵-۵-۳ طراحی محیط کار

کارفرما باید طراحی محیط و ایستگاه های کاری را به نحوی انجام دهد که تجمع آلودگی بر روی آنها به حداقل برسد. پارامترهای مؤثر بر طراحی محیط کار از دیدگاه رفع آلودگی و نظافت عبارتند از:

- بهره گیری از سطوح صاف و صیقلی و بدون خلل و فرج به منظور افزایش سهولت و کارایی در نظافت و رفع آلودگی سطوح.

- بهره گیری از محل های اتصال خوب و آب بند که مانع از انتشار گرد و غبار می شوند بویژه در کانوایرهای حمل مواد.

- طراحی در، پنجره و تأسیسات داخلی تا حد امکان ساده، بدون لبه یا طرح های پیچیده.

- دیوارها و کف در نقاط اتصال به یکدیگر، به طور کامل و بدون درز و شکاف با هم یکی شوند.

- سطح دیوارها و سقف باید کاملاً به طور کامل رنگ آمیزی شوند. سطح زمین نیز باید به طور کامل با مواد یا روکش های صاف و صیقلی که به آسانی تمیز می شوند پوشانیده شوند. لبه این روکش ها باید حداقل تا ۱۵ سانتی متری بالای کف بر روی دیوار ادامه یابند.

- کف تأسیسات تا جایی که امکان دارد، باید هم سطح و بدون پله باشد، تا احتمال تجمع گرد و غبار و بروز سانحه در هنگام حمل مواد کاهش یابد.

- انجام لوله کشی آب، فاضلاب، سیم کشی برق، سیستم گرمایش - سرمایش، تهویه، لوله کشی هوای تمیز تحت فشار برای ماسک های تنفسی هوارسان و لوله کشی سیستم نظافت فشار منفی به صورت زیر کار.

- در صورت استفاده از لوله کشی روکار استفاده از کوتاه ترین و صاف ترین مسیر ممکن.

- کف شوی سالن ها، باید به طور کامل در داخل لوله PVC قرار گرفته و آببندی شوند.

- سیستم جمع آوری فاضلاب و کف شوی های آن نباید در گوشه ها و کناره های سالن فرایند قرار گیرند.

- استفاده از شیرهای آب پایی در دستشویی ها و آب خوری ها

- محصور سازی فرایندهای پرگرد و غبار به نحوی که با ایجاد شرایط محدود شده و فشار منفی امکان ورود ذرات معلق به محیط کار به حداقل برسد.

- برای پست های کاری در معرض ذرات معلق، امکانات لازم نظیر شیرهای تأمین هوای فشرده جهت تغذیه سیستم های هوارسان به منظور استفاده در ماسک های هوارسان در نظر گرفته شود.

- طراحی سیستم هوارسان، بر مبنای ظرفیت هوارسانی ۱۵ متر مکعب در ساعت، با فشار ۵ کیلو پاسکال در محل استفاده برای هر لباس حفاظتی انجام شود.
- محل ایستگاه های هوارسان بر مبنای حداکثر طول مجاز شیلنگ هوارسان تعیین می شود.
- طراحی واحد شستشو یا رفع آلودگی باید بر اساس اصول منطقه بندی سه گانه مشتمل بر رختکن لباس های آلوده، حمام، رختکن لباس های منزل و رختکن لباس های کار تمیز انجام شود.

### ۱۵-۴-۵ تسهیلات بهداشتی

- تأمین تسهیلات مناسب برای شستشوی دست و صورت، شستشوی تمام بدن (دوش) و تعویض لباس برای کارگران شاغل به کار در محیط های پر گرد و غبار از عناصر کلیدی در برنامه تأمین سلامتی کارگر و خانواده وی محسوب می شوند. تسهیلات بهداشتی مانع از انتقال ناخواسته سرب در هنگام خروج از فرایند شده و ضمن به حداقل رسانی تماس گوارشی و به حداقل رسانی تماس های ثانویه ناشی از لباس های آلوده مانع از انتقال ناخواسته سرب به خانواده کارگر می شوند.
- نوع تسهیلات شستشو و تعویض لباس قویاً وابسته به ریسک مواجهه تماسی با سرب است. برای مثال اگر تماس اتفاقی با سرب رخ می دهد و از لباس حفاظت فردی یک بار مصرف استفاده می شود، آلودگی لباس و بدن محدود بوده و همان امکانات شستشوی دست و رختکن معمولی کفایت می کند.
- اگر ارزیابی ریسک نشاندهنده محدود بودن آلودگی به دست ها و پاها است، فقط نیاز به تأمین روشویی و دستشویی، صابون و برس ناخن همراه با کمدهای مجزا برای لباس کار و لباس منزل است (شکل ۲۱).

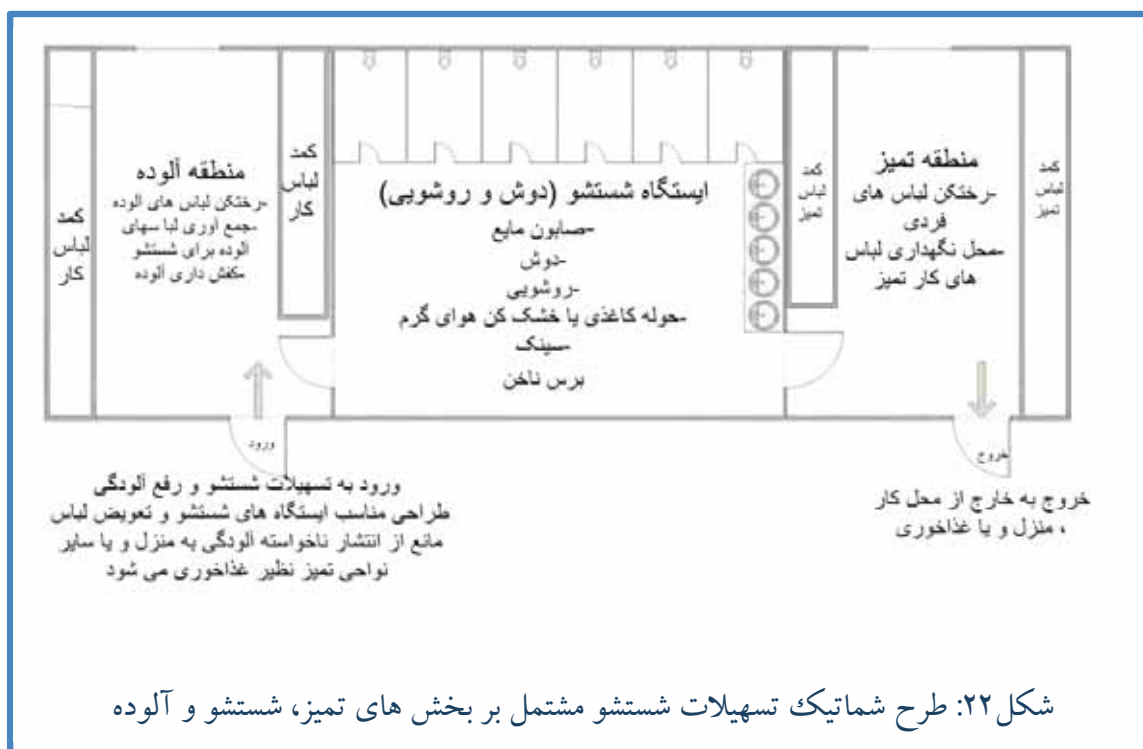


شکل ۲۱: استفاده از برس ناخن جهت برداشت سرب از زیر ناخن ها

- اگر ارزیابی ریسک نشان دهنده آلودگی بالا به سرب بود، نیاز به تسهیلات ویژه مشتمل بر اتاق های تعویض لباس تمیز و کثیف مجزا از هم همراه با دوش و روشویی بین دو بخش می باشد.
- کارفرما موظف به تأمین تسهیلات بهداشتی رفع آلودگی برای کارگران در معرض تماس با غلظت های بیشتر از ۲۰۰ میکروگرم سرب در متر مکعب هوای تنفسی می باشد.
- کارفرما باید به نحوی برنامه ریزی کند که هیچ یک از کارگران شاغل به کار در محیط های با غلظت هوا بر د بیش از ۲۰۰ میکروگرم سرب در متر مکعب هوای تنفسی، بدون شستشوی کامل از محل کار خارج شوند.
- کارفرما باید مطمئن شود که کارگر نظافت لباس کار را با هوای تحت فشار، تکان دادن و یا هر روش مکانیکی دیگر که منجر به انتشار گرد و غبار به محیط می شود، انجام نمی دهد.
- کارگران در بدو ورود به محل کار، ابتدا لباس های خود را در رختکن تمیز درآورده و در کمد های شخصی قرار داده و پس از پوشیدن لباس کار تمیز با عبور از بخش شستشو و رختکن تعویض لباس های کار آلوده به محل کار وارد می شوند. در برگشت، قبل از خروج از محل کار ابتدا گرد و غبار ته نشین شده بر سطح پوست و لباس خود را با استفاده از سیستم های تمیز سازی فشار منفی تمیز کرده و سپس به رختکن لباس های کار آلوده وارد و لباس کار را در محل تعیین شده قرار می دهد.
- کارگر لباس کار را ترجیحاً بدون تماس با دست و به صورت پشت و رو از سمت سر به پا درآورده و سپس لباس را از سمت پشت آن که تمیز است تا کرده و در ظروف مخصوصی به همین منظور قرار داده و سپس به بخش شستشوی تمام بدن وارد می شود.

### ۱۵-۴-۱ الزامات بخش تسهیلات بهداشتی

- کارفرما موظف است طراحی بخش های مختلف واحد رفع آلودگی را به نحوی انجام دهد که مانع از انتقال آلودگی از بخش نگهداری لباس های کار و تجهیزات کاری به بخش لباس های تمیز شود.
- به منظور جلوگیری از انتشار آلودگی به رختکن لباس های تمیز، جریان هوا همواره باید از بخش رختکن لباس های تمیز به سمت رختکن لباس های آلوده در جریان باشد.
  - تسهیلات بهداشتی از سه بخش رختکن لباس های آلوده و رختکن لباس های تمیز و بخش رفع آلودگی یا شستشو در میان این دو بخش تشکیل شده است (شکل ۲۲).
  - واحدهای شستشو علاوه بر سینک زیر دوشی باید دارای صابون مایع (صابون قالبی توصیه نمی شود)، برس ناخن، حوله فردی کاغذی یک بار مصرف و یا سیستم های خشک کن هوای گرم باشند.



- تأمین یک دوش همراه با سینک مربوطه به ازای هر ۵ کارگر
- تأمین دوش با امکانات رفع آلودگی ویژه برای پرسنل تعمیر و نگهداری و مشاغل خاص که به اقتضاء کارشان در معرض آلودگی های بالا هستند.
- تأمین آب گرم، تا از هرگونه اثرات تحریک کنندگی حاصل از استفاده توام از صابون و یا سایر پاک کننده ها همراه با آب داغ بر روی پوست کاسته شده و ضمناً از هرگونه آسیب احتمالی بر روی خصوصیات حفاظتی طبیعی پوست جلوگیری شود.
- تسهیلات شستشو و رفع آلودگی باید ترجیحاً در دورترین نقطه ممکن از منابع و فرایندهای انتشار آلودگی و ترجیحاً در محلی قبل از غذاخوری قرار گیرند تا کارکنان نسبت به شستشوی دست و تعویض لباس قبل از ورود به چنین محل هایی تشویق شوند.
- واحدهای شستشو و رفع آلودگی باید دارای تعداد کافی کمد، آویز لباس، توالی و سایر تجهیزات لازم بر مبنای حداکثر پرسنلی که به طور همزمان از آنها استفاده می کنند، باشند.
- تسهیلات شستشو و رفع آلودگی باید ترجیحاً در دورترین نقطه ممکن از منابع و فرایندهای انتشار آلودگی و ترجیحاً در محلی قبل از غذاخوری قرار گیرند تا کارکنان نسبت به شستشوی دست و تعویض لباس قبل از ورود به چنین محل هایی تشویق شوند.
- مسیرهای منتهی به تسهیلات شستشوی دست یا دوش بایستی فاقد هرگونه پله، ریل دستی یا حفاظ جنبی باشد.
- حفاظ یا ریل های کناری از مهمترین عوامل آلودگی مجدد کارگران به سرب و کاهش کارایی فرایند شستشو و انتقال آلودگی به دیگران محسوب می شوند، از اینرو واحد های رفع آلودگی نباید در طبقات زیر زمین یا بالای سر قرار گیرند که افراد جهت دسترسی به آنها مجبور به استفاده از حفاظ های کناری باشند.

### ۱۵-۵-۵ شستشوی لباس های آلوده

- در محل های که انتشار بالای گرد و غبار سرب به هوا وجود دارد، باید محلی برای شستشوی لباس های کار آلوده در نظر گرفته شود.
- شستشوی لباس های کار را می توان در محل کار و یا در محل مشخصی در خارج از محل کار انجام داد.
- در موارد خاص که امکان تأمین محلی بر شستشوی لباس نیست و یا شستشوی لباس مقرون به صرفه نیست، استفاده از لباس های حفاظتی یک بار مصرف توصیه می شود.

- لباس های کار آلوده فقط به منظور شستشو و یا دفع و با اجازه کارفرما از محیط کار خارج می شوند، از اینرو انتقال لباس کار توسط کارگر به خارج از محیط کار به دلایلی نظیر تعمیر و یا شستشو در منزل و یا در هر جای دیگر ممنوع است.
- تعویض و جمع آوری لباس های کار آلوده در پایان شیفت کاری فقط در رختکن لباس های آلوده انجام می شود.
- جمع آوری و ارسال لباس های کار آلوده به رختشوی خانه با استفاده از ظروف درب دار مخصوص یا کیسه های غیر قابل نفوذ که مانع از انتشار سرب به محیط می شوند انجام می شود.
- بر روی ظروف و کیسه های حمل لباس های آلوده باید این عبارت به وضوح درج شده باشد. "احتیاط: لباس های کار آلوده به سرب. گرد و غبار لباس ها را با تکان دادن یا باد گرفتن جدا نکنید. لباس ها را بلافاصله پس از خروج از ظرف یا کیسه به لباس شویی منتقل کنید".
- آلودگی لباس ها به سرب و خطرات بهداشتی ناشی از تکاندن لباس ها باید به اطلاع مسئول رختشوی خانه رسانیده شود.
- شستشوی لباس ها باید حداقل یک بار در هفته در محل های با آلودگی کم و در نواحی با آلودگی بالا در فواصل کوتاه تر انجام شود.
- کارفرما باید مطمئن شود که لباس های کار آلوده به خوبی شستشو و رفع آلودگی می شوند.

### ۱۵-۵-۶ غذاخوری

- صرف غذا یا نوشیدنی یا نگهداری غذا یا استعمال دخانیات در محل کار ممنوع است.
- کارفرما باید مطمئن شود که صرف غذا، نوشیدنی، مصرف دخانیات، نگهداری غذا و یا استفاده از مواد آرایشی در محل های کار یا مناطق آلوده به سرب، انجام نمی شود.
- نگهداری غذا در محل کار، کمد لباس های حفاظتی و یا همراه با ماسک تنفسی ممنوع است.
- کارفرما موظف به تأمین غذاخوری مناسب برای کارگران شاغل در معرض مواجهه تنفسی با سرب در غلظت های بالاتر از حد توصیه شده می باشد.
- غذاخوری باید دارای سیستم تنظیم دما، سیستم تهویه مجهز به سیستم تصفیه هوا باشد.
- فشار هوای فضای داخلی غذاخوری می بایست بیشتر از هوای محیطی باشد تا مانع از ورود ناخواسته آلودگی به داخل غذاخوری شود.

- برای کارگران شاغل به کار در محیط های با غلظت های هوابرد کمتر از ۲۰۰ میکروگرم سرب در متر مکعب هوای تنفسی، کارفرما موظف به تأمین امکانات شستشوی دست و صورت پیش از ورود به غذاخوری می باشد.

- کارگران شاغل به کار در محیط های با غلظت بالاتر از ۲۰۰ میکروگرم سرب در متر مکعب هوای تنفسی پس از آنکه لباس یا تجهیزات کاری شان با سیستم های تمیز کننده فشار منفی، یا سایر روش های نظافت نظیر تعویض رولباسی و... تمیز شد، با عبور از واحد شستشو اجازه ورود به غذاخوری دارند.

- غذاخوری باید در محلی نزدیک به تسهیلات بهداشتی تعویض لباس و شستشوی بدن و دست و صورت و به دور از محیط های کاری آلوده قرار گیرد.

- دیوارها، کف و مبلمان غذاخوری بایستی صاف و قابل شستشو باشد.

- استفاده از امکانات نوشیدن آب نظیر آب سردکن دارای شیر فشار فواره ای در محیط های غیر آلوده و در محل های رفاهی کارگران بلامانع است.

#### ۱۵-۵-۲ روش های کار توصیه شده

انجام کار، جابجایی<sup>۱</sup>، ذخیره سازی و حمل و نقل ایمن سرب و پسمان های حاوی سرب در محل کار باید بر اساس روش های کاری<sup>۲</sup> توصیه شده انجام شود. روش های کاری به تمام چیزهایی اطلاق می شوند که کارفرما و اپراتور جهت انجام کار با حداقل انتشار آلودگی به آنها نیاز داشته و مشتمل بر مدیریت سیستم، نظارت بر عملکرد اپراتورها، بازدید دوره ای و اقدامات تعمیر و نگهداری پیشگیرانه است.

#### ۱۵-۵-۸ تعمیر و نگهداری مناسب

اطمینان از عملکرد مناسب و درست اقدامات کنترلی بر عهده کارفرما است. کارفرما باید به نحوی برنامه ریزی کند که فرایندهای زیر به طور منظم انجام شوند:

- بازدید منظم از فرایند و محیط های کار با سرب

- بازدید از عملکرد سیستم های کنترلی

- استفاده صحیح از سیستم های کنترلی و تجهیزات حفاظت فردی توسط کارگران

- بررسی منظم عملکرد سیستم های کنترلی

1 - safe handling

2- work practices



- سرویس منظم کنترل های مهندسی و تجهیزات حفاظت فردی
- بازدید و تست کنترل های به کار رفته در محیط باید توسط فرد صاحب صلاحیت و با تجربه انجام شود.
- وجود یک سیستم گزارش دهی در محیط کار به نحوی که هر گونه موارد نقص در سیستم های کنترلی که منجر به کاستن از کارایی آنها می شود سریعاً گزارش شوند.
- برخی از موارد نیازمند بازرسی و بازبینی منظم عبارتند از:
- سیستم های تهویه مشتمل بر هودها، محفظه ها، کانال ها، سیستم فیلتراسیون و کارایی هر یک از تجهیزات در فواصل ۳ ماهه
- کنترل های دمایی ترموستاتیک بر روی راکتورهای واکنش و پاتیل مواد مذاب در فواصل ۳ ماهه
- آبیندی اتصالات در ظروف تحت فشار و مخازن مواد
- روش های کار ایمن نظیر نحوه کار با مواد با پرهیز از انتشار و پخش آلودگی
- نظافت و ضبط و ربط کارگاهی
- موارد نقص گزارش شده و اقدامات انجام شده برای رفع نقایص

### ۱۵-۵-۹ تغییر در الگوهای کار

با بهره گیری از الگوی کار چرخشی و یا ایجاد تنوع در وظایف کاری می توان به نحو مؤثری از زمان تماس یک کارگر با سرب کاست. تغییر در الگوهای کاری در وهله نخست سبب کاستن از تماس با سرب می شود و ضمناً فرصت مناسبی برای سیستم های دفعی بدن به منظور دفع سرب جذب شده فراهم خواهد کرد.

چرخش شغلی کارگران باید بر اساس جدول چرخش شغلی مشتمل بر موارد زیر انجام شود:

- نام و کد شناسایی کارگران در معرض تماس که در برنامه چرخش شغلی قرار دارند.

- طول دوره اشتغال به کار در هر بخش همراه با غلظت هوا برد سرب در آن بخش

- الزامات بهداشتی جهت کار در هر یک از بخش ها

از دیگر روش های تغییر الگوی کاری می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ساده سازی کار. معمولاً حجم هوای تنفسی در هنگام کار ۴-۳ برابر هوای مورد نیاز در حالت استراحت است و به همین ترتیب میزان تماس تنفسی هم افزایش می یابد، در نتیجه با ساده سازی کار که با بهره گیری از روش های طراحی کار انجام می شود می توان به نحو مؤثری از میزان تماس کاست.

- انجام کارهای با آلودگی بالا در مناطق یا زمان هایی که کارگران کمتری در محل حضور دارند.
- کاستن از غلظت آلودگی و طول دوره حضور کارگران در محیط های آلوده به سرب
- کاستن از تعداد کارگران در معرض تماس و انتقال کارگران غیر ضروری از بخش های با تماس معنی دار با سرب به سایر بخش ها
- کاستن از مقدار سرب موجود در فرایند اعم از مواد اولیه، محصولات و ضایعات حاصل از فرایند.
- عدم استفاده از کارگران حساس نظیر کارگران مبتلا به بیماری های کلیوی یا خونی و یا زنان مستعد بارداری در محل ها و فرایندهای آلوده به سرب
- جلوگیری از اضافه کار کارگران در محیط های آلوده به سرب

#### ۱۵-۵-۱۰ علائم و نشانه ها

- در محیط های کاری آلوده به سرب و به ویژه محیط های با انتشار گرد و غبار و فیوم های سرب، بایستی با نصب علائم خطر به کارگران اطلاع رسانی شود.
- کارفرما موظف است علائم زیر را در محیط های کاری که غلظت سرب در هوای محیطی فراتر از حد توصیه شده است نصب کند. " هشدار، ناحیه کار با سرب، سم، استعمال دخانیات، صرف غذا، نوشیدنی و آدامس ممنوع "
- تابلوی فوق باید با حروف درشت و کاملاً تمیز در محلی روشن و در دید عموم نصب شود.

#### ۱۵-۵-۱۱ مراقبت پزشکی

- کارفرما موظف به ارائه مراقبت های پزشکی برای کارگران در زمان و مکان مناسب و بدون اخذ هر گونه هزینه است.
- حفاظت از سلامتی کارگران شاغل به کار در محیط های کاری آلوده به سرب، در صورت دارا بودن شرایط زیر نیازمند رعایت برنامه جامع مراقبت پزشکی است.
- الف) کار در محیط های آلوده که تماس تنفسی، گوارشی کارگران با سرب معنی دار و قابل توجه است.
- ب) غلظت سرب خون یا غلظت سرب ادرار کارگران در محدوده غلظتی زیستی باشد.
- پ) تأیید نیاز به ادامه مراقبت ها یا نظارت های پزشکی
- برنامه مراقبت پزشکی با هدف پایش سلامتی کارگران در معرض تماس با سرب و تشخیص هر گونه افزایش غلظت سرب خون پیش از بروز علایم و بیماری ها اجراء می شوند. شرط لازم برای اجرای برنامه مراقبت پزشکی اشتغال به کار به مدت حداقل ۳۰ روز در سال در محیط های آلوده به

سرب است. مراقبت های پزشکی باید همزمان با استخدام و پیش از شروع به کار کارگر انجام و در غیر این صورت با توجه به نوع کار، حداکثر یک ماه از تاریخ شروع به کار انجام شوند. برداشت رنگ های سربی از روی سطوح از مشاغل با تماس تنفسی بالا با سرب محسوب می شود که نیازمند انجام معاینات در کوتاه ترین زمان ممکن هستند. آزمایش های پزشکی هرگز به عنوان جایگزین روش های کنترل ریسک محسوب نمی شوند. با اجرای این برنامه از سلامتی کارگران در بدو استخدام اطمینان حاصل شده و بستری مناسب برای نظارت های بعدی فراهم می شود. با انجام مراقبت های پزشکی، زنان باردار، زنان مستعد بارداری یا افراد با شرایط پزشکی خاص نظیر ابتلاء به کم خونی و یا بیماری کلیوی مورد نظارت دقیق تری قرار گرفته و با بررسی نتایج آزمایش های پزشکی کارگران، شرایط کاری که نیازمند اعمال کنترل های لازم و یا حتی قطع تماس هستند شناسایی می شوند.

برنامه مراقبت پزشکی مشتمل بر پایش زیستی سرب یا متابولیت های آن در خون کارگران، انجام معاینات و آزمایش های پزشکی، ثبت و نگهداری نتایج و اطلاع رسانی نتایج به کارگر است.

### ۱۵-۵-۱۱-۱ پایش زیستی

اگر چه اندازه گیری سرب در هوای تنفسی معیار خوبی از درجه تماس تنفسی کارگران با سرب می باشد ولی پایش های زیستی به عنوان ابزاری سودمند در ارزیابی مقدار سرب جذب شده در بدن فرد از راه های تنفسی، گوارشی در محیط کار و سایر محیط های غیر شغلی محسوب شده و به این ترتیب به عنوان نشانگر بسیار خوبی در ارزیابی تماس های فردی محسوب می شوند.

- بدنال تماس با سرب و ترکیبات آن، غلظت سرب خون به سرعت افزایش می یابد، از اینرو با تکرار منظم اندازه گیری ها می توان منبع یا دلیل ایجاد تماس های خطرناک را شناسایی و اصلاح کرد و یا با ممانعت از ادامه کار کارگر و یا با اشتغال وی در شغلی دیگر مانع از ایجاد بیماری های ناشی از کار شد.

- پایش زیستی باید توسط فرد واجد صلاحیت نظیر پرستار بهداشت شغلی یا کارشناس علوم آزمایشگاهی انجام شود.

- پایش زیستی در ماه های اول اشتغال به کار فرد در محیط های کار با سرب تا زمانی که غلظت سرب خون به حد ثابتی برسد، در فواصل کوتاهی انجام می شود، پس از آن فاصله بین پایش ها بر اساس غلظت سرب در خون کارگر تعدیل خواهد شد.

- در صورت بالا بودن غلظت سرب در خون کارگر، ابتدا به بررسی سابقه شغلی و محیطی و فرهنگی فرد پرداخته می شود. در برخی از موارد علیرغم آنکه غلظت سرب در هوای تنفسی در حد مطلوب

غلظت عمل است ولی ممکن است فرد بر اثر اشتغال به شغل دیگر، انجام برخی از فعالیت های تفریحی و یا رژیم غذایی و یا استفاده از درمان های دارویی سنتی در معرض تماس با سرب قرار گرفته باشد.

- در افرادی که مبتلا به آنمی یا تحت درمان با عوامل کلیت کننده نیستند مقدار سرب خون معیاری واقعی از تماس های اخیر با سرب محسوب می شود.

- میزان سرب خون الزاماً نشاندهنده مقدار کل سرب موجود در بدن نبوده و نمی تواند معیار مناسبی برای تخمین تماس های قبلی با سرب باشد. غلظت بالای سرب در خون فقط نشاندهنده تماس های جدی با سرب در روزهای اخیر، بدون افزایش معنی دار در بار کلی سرب موجود در بدن باشد. بر این اساس غلظت های پایین سرب در خون نمی تواند نشان دهنده افزایش بار یا محتوی کلی سرب در بدن باشد.

- تست های بیوشیمیایی بر پایه اندازه گیری اثرات متابولیک نامطلوب سرب در بدن طراحی شده اند و به طور غیر مستقیم نشاندهنده سرب جذب شده در بدن می باشند. تست های بیوشیمیایی طراحی شده بر پایه اثر سرب بر سنتز هموگلوبین بسیار محبوب و کاربردی بوده و مشتمل بر زینک پروتوپورفیرین<sup>۱</sup>، پروتوپورفیرین اریتروسیت آزاد<sup>۲</sup>، کوپروپورفیرین ادرار<sup>۳</sup>، فعالیت دهیدروژناز دلتا آمینولولونیک اسید<sup>۴</sup> و دلتا آمینو لولونیک اسید ادرار<sup>۵</sup> است. در این میان زینک پروتوپورفیرین خون (ZPP) متداول ترین تست برای اندازه گیری اثرات بیوشیمیایی تماس با سرب می باشد.

- تست (ZPP) خون معیار مناسبی در ارزیابی مواجهه با سرب محسوب می شود تا اندازه گیری غلظت سرب خون. مقدار ZPP خون بازتابی از جذب سرب در طی سه یا چهار ماه گذشته بوده و از اینرو شاخص بهتری در نشان دادن بار سرب بدن محسوب می شود. افزایش شاخص ZPP نسبت به شاخص سرب در خون از سرعت کمتری برخوردار بوده و به همین ترتیب به دنبال قطع تماس، برگشت آن به حالت عادی آن نیازمند زمان بیشتری است.

- سطح ZPP خون همبستگی اندکی با غلظت سرب موجود در خون دارد. در برخی از کارگران افزایش ZPP خون به بیشتر از ۱۰۰ میکروگرم در دسی لیتر خون در غلظت های سرب خون در حد ۱/۲۱-۱/۴۵ میکرومول بر لیتر یا ۲۵-۳۰ میکروگرم در دسی لیتر خون ایجاد می شود. غلظت های

1- zinc protoporphyrin

2- free erythrocyte protoporphyrin

3- urine coproporphyrins

4 - blood delta aminolaevulinic acid dehydratase

5 - urine delta aminolaevulinic acid

سرب در خون در حد  $۱/۹۳-۳/۱۴$  میکرومول بر لیتر یا  $۴۰-۶۵$  میکروگرم در دسی لیتر خون سبب افزایش نمایی ZPP خون خواهد شد. در غلظت های سرب خون بیشتر از  $۳/۱۴$  میکرومول بر لیتر یا  $۶۵$  میکروگرم در دسی لیتر خون افزایش ZPP کاهش یافته و ممکن است به خوبی نشاندهنده اختلالات در سیستم خون ساز نباشد. بر این اساس در غلظت های سرب خون به بزرگی بیش از  $۳/۱۴$  میکرومول در لیتر یا  $۶۵$  میکروگرم در دسی لیتر خون آزمایش اریتروپویتین آزاد الکترولیت<sup>۱</sup> همبستگی بهتری ارائه خواهد کرد.

- در افراد مبتلا به آنمی فقر آهن مقادیر ZPP خون غالباً بالا است. در این موارد به منظور دستیابی به ارزیابی صحیح نیاز به اندازه گیری آهن سرم، ظرفیت باندشوندگی آهن کل و شمارش کامل سلول های خونی می باشد.

- آزمایش های زیستی باید توسط آزمایشگاه معتمد و با  $۹۵\%$  اطمینان از صحتی در حدود  $\pm ۱۵$  درصد، یا  $۶$  میکروگرم سرب در  $۱۰۰$  میلی لیتر خون برخوردار باشند.

1 - Free erythrocyte protoporphyrin analysis

## ۱۵-۵-۱۱-۲ معاینات پزشکی

کارگرانی که تماس بالایی با سرب دارند علائم و نشانه های عمومی نظیر خستگی، ضعف، دردهای شکمی، یبوست، دردها و ناراحتی های عمومی را تجربه می کنند. این علائم زمینه ساز ناراحتی های دیگری نظیر بی خوابی، سوء هاضمه و یا روماتیسم هم می شوند. به منظور تعیین علت این عوارض عمومی، کارگر می بایست توسط پزشک طب کار معاینه شود.

معاینه پزشکی شامل موارد زیر است:

- معاینات دندان ها، لثه ها، سیستم های خونی، معده ای روده ای، کلیه ها، قلبی - عروقی و عصبی.
- اندازه گیری فشار خون و بررسی وضعیت های ریوی در مورد کارگرانی که نیاز به استفاده از ماسک تنفسی دارند.
- تهیه نمونه خون به منظور تعیین سرب خون، تعیین هموگلوبین، هماتوکریت، اندیس های سلول های قرمز خون، ارزیابی مورفولوژی سلول های خونی قرمز، زینک - پروتوپورفیرین، نیتروژن - اوره خون و کراتینین سرم و در صورت درخواست کارگر، تست قدرت باروری در مردان و تست حاملگی برای زنان بر اساس جدول ۲.

جدول ۲: تست های تکمیلی مورد نیاز برای گروه های مختلف کاری

گروه کاری	غلظت سرب در خون (میکرو گرم/دسی لیتر)
A	کمتر از ۳۰
B	۳۰-۴۰
C	۴۰-۵۰
D	۵۰-۶۰
E	۶۰ و بیشتر از ۶۰

## توضیحات:

**گروه A:** تماس با سرب به خوبی کنترل شده. نیازی به انجام تست های تکمیلی نیست.

**گروه B:** تماس شغلی با سرب و جذب سرب در کارگران در معرض تماس وجود دارد. کارگران این گروه علاوه بر اندازه گیری سرب خون که در فواصل ۶ ماه انجام می شوند، باید تست های تکمیلی نظیر اندازه گیری زینک پروتوپورفیرین (ZPP)، اریتروسیت پروتوپورفیرین، آمینو لولونیک اسید دهیدراتاز (ALAD) خون و آمینو لولونیک اسید ادرار (ALAU) را در فواصل ۱۲ ماهه انجام دهند.

**گروه C:** مؤید جذب سرب در محیط های شغلی، فراتر از جذب در گروه B بوده و ممکن است که غلظت سرب در خون آنها به حد عمل رسیده باشد. آزمایشات تکمیلی این گروه، شبیه گروه B می باشد.

**گروه D:** غلظت های سرب خونی از حد عمل فراتر رفته و کارفرما موظف به بررسی دقیق علت افزایش غلظت است. غلظت های سرب در خون، تأیید کننده نیاز کارگر به نظارت یا مراقبت های پزشکی مستقیم، ارزیابی پزشکی و سایر تست های زیستی شبیه گروه های B, C در اسرع وقت می باشند. آزمایشات بالینی در صورتی که غلظت سرب خون به بیشتر از حد عمل ۵۰ میکروگرم به ازای دسی لیتر خون برسند توجیه پیدا می کنند.

**گروه E:** مؤید غلظتی از سرب خون است که در آن غلظت یا فراتر از آن، پزشک طب کار تأیید می کند که کارگر دیگر مجاز به ادامه فعالیت و کار با سرب نمی باشد.

- معاینات و آزمایش های پزشکی بایستی توسط پزشک طب کار انجام می شود.

- زمان و نحوه انجام معاینات و آزمایش های پزشکی با توجه به صفحات ایمنی مواد، گزارشات ارزیابی ریسک و جزئیات روش های کاری، چرخه های کار- استراحت انجام می شود.

### ۱۵-۵-۱۱-۳ فواصل انجام پایش های زیستی

کارفرما موظف است برای تمام کارگران مشمول مراقبت های پزشکی، مشاوره و پایش های زیستی را بر اساس برنامه زیر انجام دهد:

- اندازه گیری سرب خون، پیش از اشتغال به کار در محیط با احتمال تماس تنفسی با غلظت های هوابرد سرب در غلظتی فراتر از حد عمل، در غیر اینصورت حداکثر در مدت ۲ هفته از شروع به کار

- در اولین فرصت ممکن و به محض اعلام کارفرما، یا بروز علائم مسمومیت ناشی از کار با سرب در کارگر
- اندازه گیری سرب در خون کارگران در معرض تماس با سرب و ترکیبات معدنی سرب، به استثناء کارگران جوان و زنان مستعد بارداری باید حداقل هر شش ماه یک بار انجام شود.
- در مواردی که نتایج حاصل از دو آزمایش متوالی کارگران کمتر از ۳۰ میکروگرم در دسی لیتر بود، فاصله بین پایش ها به یک بار در سال افزایش می یابد.
- برای کارگرانی که سرب خون آنها در حد ۴۰ میکروگرم در ۱۰۰ میلی لیتر خون یا بیشتر باشد، اندازه گیری ها حداقل هر ۳ ماه انجام می شود تا جایی که غلظت سرب در خون در دو آزمایش متوالی به کمتر از ۳۰ میکروگرم در ۱۰۰ میلی لیتر خون برسد.
- زنان جوان مستعد بارداری یا کارگران جوان (کمتر از ۱۸ سال) نیازمند تکرار آزمایش ها در فواصل کمتری به تشخیص پزشک هستند. در هر حال با توجه به غلظت سرب موجود در خون، فواصل بین آزمایش ها برای گروه های مختلف نبایستی بیشتر از ۳ ماه شود (جدول ۳).

جدول ۳: فواصل انجام پایش های دوره ای غلظت سرب در خون

فاصله پایش	غلظت سرب در خون	گروه کارگری
۶ ماه	کمتر از ۱/۴۵ میکرومول در لیتر یا ۳۰ میکروگرم در دسی لیتر	مردان و یا زنانی که مستعد باروری نیستند
۲ ماه	مساوی و یا بیشتر از ۱/۴۵ میکرومول در لیتر یا ۳۰ میکروگرم در دسی لیتر	
۶ ماه	۰/۴۸ میکرومول در لیتر یا ۱۰ میکروگرم در دسی لیتر	زنان مستعد باروری
۲ ماه	بیشتر و یا مساوی ۰/۴۸ میکرومول در لیتر یا ۱۰ میکروگرم در دسی لیتر	



### توضیحات:

ترازهای غلظت سرب در خون بر حسب میکرومول در لیتر ( $\mu\text{mol/l}$ ) می باشد که با ضرب آن در مقدار ثابت  $۲۰/۷۲$  به میکروگرم در دسی لیتر ( $\mu\text{g/dl}$ ) تبدیل می شود. برای مثال غلظت  $۰/۲۵$  میکرومول در لیتر معادل  $۵/۱۸$  میکروگرم در دسی لیتر است.

- به محض رسیدن غلظت سرب خون به حد عمل، آزمایش ها باید تکرار شده و نتایج آنها در مدت ۱۰ روز به پزشک طب کار ارائه شود.

- کارفرما موظف به انجام آزمایش های تأییدی در مدت ۲ هفته از تاریخ دریافت نتایج اندازه گیری سرب خون می باشد.

- اندازه گیری دوره ای سرب موجود در ادرار برای محیط هایی که با ترکیبات آلکیل و آلی سرب کار می کنند بر اساس جدول ۴ انجام می شود.

جدول ۴: فواصل اندازه گیری دوره ای سرب در ادرار

گروه کارگری	غلظت سرب در ادرار (میکروگرم سرب / گرم کراتینین)	حداکثر فاصله بین اندازه گیری ها
تمام کارگران به استثناء زنان جوان مستعد بارداری	کمتر از ۹۵	شش هفته
	۹۵-۱۰۹	یک هفته
	۱۱۰ و بالاتر	بنا به تشخیص پزشک
زنان مستعد بارداری	کمتر از ۲۰ سال	شش هفته
	۲۰-۲۴ سال	یک هفته
	۲۵ سال و بیشتر	بنا به تشخیص پزشک

### ۱۵-۵-۱۱-۴ تفسیر نتایج پایش زیستی

- اگر غلظت سرب خون در حد عمل تا حد تعلیق بود، بایستی با اجرای اقدامات کنترلی، شرایط کار و تماس با سرب بهبود یابد.
- اگر غلظت سرب خون معادل و یا فراتر از حد تعلیق بود کارگر مجاز به ادامه کار در محیط آلوده به سرب نبوده و ضمن درج نتایج در پرونده پزشکی کارگر یا کارگران در معرض تماس، با بهبود سیستم های کنترلی و اجرای اقدامات کنترلی مناسب از غلظت سرب محیطی کاسته شود.
- اگر غلظت سرب خون بالاتر از ۶۰ میکروگرم سرب به ازای هر ۱۰۰ گرم خون بود، کارفرما موظف به استفاده از کارگر در محیط بدون تماس با سرب است.
- در صورتی که متوسط غلظت سرب خون در حداقل سه آزمایش اخیر (در ۶ ماه گذشته) مساوی یا بیشتر از ۵۰ میکروگرم سرب به ازای هر ۱۰۰ گرم خون بود نیاز به قطع تماس و ممانعت از کار در محیط حاوی سرب است.
- در صورتی که تراز سرب خون کمتر از ۴۰ میکروگرم سرب به ازای هر ۱۰۰ گرم خون بود نیازی به قطع تماس و اشتغال به کار در محیط دیگر نیست.
- اندازه گیری غلظت سرب ادرار در هنگام مواجهه با آلکیل های سرب به عنوان بهترین شاخص سرب جذب شده در کارکنان محسوب می شود. نتایج این قبیل تست ها نشاندهنده سودمندی تمهیدات بهداشتی و اقدامات احتیاطی انجام شده است.
- کارفرما موظف است در مدت ۵ روز از زمان دریافت نتایج اندازه گیری سرب خون، مراتب را به طور کتبی به اطلاع کارگری که غلظت سرب خونسش بیشتر از حد ۴۰ میکروگرم در ۱۰۰ میلی لیتر خون است، ارسال کند.

### ۱۵-۵-۱۱-۵ انفصال از کار و برگشت به کار

- در صورتی که تراز سرب خون مساوی و یا بیشتر از مقادیر زیر باشد باید از ادامه کار کارگر جلوگیری شود.
- ۲/۴۱ میکرومول در لیتر یا ۵۰ میکروگرم در دسی لیتر برای مردان و زنانی که از قابلیت باروری برخوردار نیستند.
- ۰/۹۷ میکرومول در لیتر یا ۲۰ میکروگرم در دسی لیتر برای زنان جوان با ظرفیت بارداری
- ۰/۷۲ میکرومول در لیتر یا ۱۵ میکروگرم در دسی لیتر برای زنان باردار یا شیرده
- کارگرانی که به دلایل فوق از ادامه کار محروم شده اند باید در مدت ۷ روز تحت معاینات پزشکی قرار گرفته و یک کپی از نتایج معاینات در پرونده کارگران ثبت شود.

- شرط اشتغال مجدد به کار در کارگران با غلظت سرب در خون بالای ۶۰ یا متوسط ۵۰ میکروگرم سرب به ازای ۱۰۰ گرم خون در سه آزمایش اخیر آن است که نتایج دو بار اندازه گیری متوالی سرب خون کمتر از مقادیر زیر باشد:
- ۱/۹۳ میکرومول در لیتر یا ۴۰ میکروگرم در دسی لیتر خون برای مردان و زنان فاقد ظرفیت بارداری
- ۰/۴۸ میکرومول در لیتر یا ۱۰ میکروگرم در دسی لیتر برای زنان با ظرفیت بارداری

### ۱۵-۵-۱۱-۶ اقدامات درمانی برای افراد با تراز سرب بالا در خون

- هنگامی که بروز مسمومیت تشخیص داده شد، نخستین و مهمترین اقدام درمانی قطع تماس و جلوگیری از ادامه کار فرد مسموم در محیط آلوده است تا سطح سرب خون به طور طبیعی کاهش یابد. این کار با قطع تماس و یا استفاده از کارگر در کارهای بدون آلودگی یا با اعمال کنترل های تماس با سرب امکان پذیر است.
- در مورد افراد با سطوح غلظتی بسیار بالای سرب در خون نیاز به بستری شدن در بیمارستان و انجام درمان های دارویی است.
- در صورتی که با توجه به بررسی غلظت سرب در خون، شدت علائم کلینیکی، اختلالات هماتولوژیکی و بیوشیمیایی و سابقه مواجهه تماسی فرد قطع تماس مفید نبود می توان کارگر را برای درمان های تخصصی به بیمارستان ارجاع داد.
- در صورتی که مقدار سرب خون به بیشتر از ۸۰ میکروگرم به ازای هر ۱۰۰ میلی لیتر خون در کنار بروز علائم مسمومیت برسد، درمان های پزشکی توصیه می شود.
- درمان های پزشکی عوارض جانبی داشته و از اینرو می بایست با احتیاط و با توجه به شرایط فرد انجام شوند. در اغلب موارد یکبار درمان با عوامل کلیت کننده قادر به رسانیدن غلظت سرب در خون به حد توصیه شده نبوده و نیاز به تکرار درمان است.

### ۱۵-۵-۱۱-۷ پرونده پزشکی

- کارفرما موظف به تهیه و نگهداری پرونده پزشکی کارگران در معرض تماس با سرب به شرح زیر است:

- نام و نام خانوادگی کارگر، شماره پرسنلی، آدرس، شماره تماس کارگر و پزشک مسئول
- کپی از قوانین و مقررات کار ایمن با سرب که به اطلاع کارگر رسانیده شده است.
- توصیفی از وظایف کاری کارگر که در تماس وی با سرب موثر هستند.
- غلظت سرب و سایر آلاینده ها در هوای تنفسی کارگر

- ارقام حفاظت فردی مورد استفاده توسط کارگر
- نتایج اندازه گیری غلظت سرب در خون
- اقدامات درمانی انجام شده
- هر گونه توصیه ها و تصمیمات پزشکی در مورد کارگر در معرض تماس
- فرایندهای آزمایشگاهی و هرگونه استاندارد ها یا راهنما های استفاده شده برای تفسیر نتایج تست ها
- اطلاعات پرونده پزشکی کارگران حداقل باید به مدت ۴۰ سال از تاریخ تهیه و یا به اندازه طول دوره خدمتی کارگر به اضافه ۲۰ سال در آرشیو قابل دسترسی برای کارگر و سازمان های مسئول، بایگانی و نگهداری شود.
- در صورت خاتمه فعالیت شرکت سوابق فوق به سازمان های مسئول انتقال خواهند یافت.

## ۱۵-۶ تجهیزات حفاظت فردی

- کارایی وسایل حفاظت فردی وابسته به استفاده صحیح از آنها از سوی کارگران است، از اینرو اتکاء به وسایل حفاظت فردی در زمینه کنترل ریسک توصیه نمی شود.
- در مواردی که نیاز به استفاده طولانی و یا در مواقعی که نیاز به مهارت در کار، راحتی در دید و کنترل فرایند، و یا در مواردی که آموزش لازم در زمینه استفاده صحیح از تجهیزات حفاظت فردی ارائه نشده باشد تمایلی به استفاده و یا استفاده صحیح از این وسایل وجود ندارد.
  - استفاده از این تجهیزات به عنوان یک گزینه در زمینه کنترل ریسک منوط به نظارت دقیق و مداوم است. بر این اساس کنترل ریسک باید ترجیحاً به روش های دیگر انجام و از این وسایل تنها به عنوان راه حل موقتی و یا حداقل در جاهایی که امکان کنترل تماس با استفاده از سایر روش های کنترلی مهندسی یا عملیاتی امکان پذیر نباشد، استفاده شود.
  - در صورت خرابی سیستم های کنترلی، کارگر به اتکای تجهیزات حفاظت فردی مجاز به کار با سرب نمی باشد. برای مثال استفاده از دستگاه فرز دستی برای برداشت پوشش های رنگی حاوی بیش از ۱۰ درصد وزنی سرب در یک شیفت کاری در فضای محصور شده فاقد سیستم تهویه مناسب با استفاده از وسایل حفاظت تنفسی نمونه ای از این نوع هستند. تحت این شرایط به دلایل مختلف نظیر عدم انطباق مناسب ماسک با صورت، خرابی ماسک و... تماس تنفسی قابل ملاحظه ای رخ می دهد.

- تجهیزات حفاظت فردی می بایست متناسب با نوع و غلظت آلودگی، ویژگیهای کار و خصوصیات کاربر انتخاب شوند. همواره آماده به کار، تمیز و در دسترس بوده و توسط افراد مجرب به طور مرتب بازدید شوند.

- کارفرما مسئول تأمین تجهیزات حفاظت فردی مناسب، متناسب با کار و اطمینان از تمیز و آماده به کار بودن آنها است.

- در خصوص پرسنل تعمیر و نگهداری که همواره در معرض شرایط پیش بینی نشده ای در حین کار هستند و امکان استفاده از کنترل های مواجهه تنفسی مهندسی و عملیاتی برای آنها وجود ندارد، استفاده از تجهیزات حفاظت فردی و بویژه وسایل حفاظت تنفسی به عنوان یک ضرورت مطرح است.

- به عنوان یک قاعده کلی استفاده از اقلام حفاظت فردی و بویژه وسایل حفاظت تنفسی در مواردی توصیه می شود که با بهره گیری از سایر سیستم های کنترلی نظیر تهویه موضعی امکان کنترل آلودگی وجود ندارد.

### ۱۵-۶-۱ لباس حفاظت فردی

استفاده صحیح از وسایل حفاظت فردی مناسب ضامن سلامتی پرسنل در حین کار، حادثه و موارد اضطراری است.

- اگر کارگران در معرض تماس با سرب در غلظت های فراتر از حد توصیه شده باشند، یا در جاهایی که احتمال تحریک و التهاب پوست و چشم وجود دارد کارفرما موظف به تهیه لباس حفاظت فردی مشتمل بر رولباسی، لباس های تمام بدن، دستکش، کلاه، کفش یا روکفشی های یک بار مصرف، حفاظ صورت، عینک های ایمنی دور بسته تهویه دار، و یا سایر اقلام حفاظت فردی مناسب بنا به نیاز است.

- در محیط های با احتمال آلودگی به سرب حتی با بکارگیری سایر اقدامات کنترلی، استفاده از پوشش های تمام بدن الزامی است. این پوشش ها مانع از تجمع سرب بر روی لباس کار و بدن کارگر می شوند. به منظور حفظ سودمندی این رولباسی ها می بایست به نحو مناسبی پوشیده شده و فاقد هر گونه آسیب دیدگی باشند.

- رولباسی باید به طور منظم با توجه به غلظت سرب در هوای محیطی شستشو شوند.

- در مواردی که امکانات شستشوی لباس وجود ندارد، استفاده از رولباسی های یکبار مصرف توصیه می شوند.

- لباس های معیوب و آسیب دیده، قبل از استفاده باید به نحو مناسب تعمیر و یا تعویض شوند.

- کارفرما باید برای کارگرانی که در معرض غلظت های تنفسی بیشتر از ۲۰۰ میکروگرم سرب در متر مکعب هوا در طی یک شیفت کاری ۸ ساعته هستند، اقدام به تهیه لباس حفاظتی کند.
- نوع لباس قویاً وابسته به ماهیت کار و مقدار آلودگی محیط کار دارد. حضور سایر مخاطرات محیطی نظیر وجود فلزات مذاب، فرایندهای مرطوب یا خورنده و... باید در انتخاب لباس کار لحاظ شوند.
- برای لباس حفاظتی کار با سرب الزام خاصی وجود ندارد ولی می توان انتخاب لباس را بر اساس معیارهای زیر انجام داد:
- جنس لباس از نوعی که مقاوم در برابر نفوذ گرد و غبار سرب باشد.
- طراحی لباس به نحوی که در ناحیه یقه، دست ها به خوبی چسبیده و فاقد هر گونه جیب و لبه، شکاف و... که محل تجمع آلودگی باشد.
- جنس لباس از نوعی باشد که ضمن دارا بودن جذب سطحی پایین به راحتی قابل شستشو و رفع آلودگی باشد.
- انتخاب لباس و روکفشی باید بر اساس نیازهای شغلی بوده و حداقل ۲ دست لباس یکی برای استفاده و دیگری برای تعمیر و شستشو در نظر گرفته شود.
- لباس حفاظتی باید متناسب با کار و شرایطی باشد که کار در آن انجام می شود، تمام بدن را بپوشاند و در برابر نفوذ و جذب سرب، گرد و غبار، فیوم و یا آلکیل های سرب مقاوم باشد.
- طراحی لباس باید با توجه به ملاحظات ارگونومیک و بهداشت شغلی نظیر استرس های گرمایی و تطابق با ابعاد بدنی کارگر انجام شود.
- در اطراف کوره ها و فرایندهای داغ علاوه بر اقلام حفاظتی معمول استفاده از محافظ پا به منظور پیشگیری از پاشش مواد مذاب بر روی پا ضروری است.
- در محل های که کف فرایند از آلودگی بالایی برخوردار است استفاده از روکش کفش سبب کاستن از انتقال آلودگی به مناطق تمیز و منزل می شود.
- در خصوص کار با سرب فلزی به شکل شمش نیازی به استفاده از تجهیزات حفاظتی به منظور محافظت در مقابل جذب پوستی سرب نمی باشد. استفاده از دستکش به منظور جلوگیری از کثیفی و آسیب فیزیکی به دست توصیه می شود.
- در هنگام کار با آلکیل ها و نفتالات سرب محافظت از پوست با بهره گیری از لباس های غیر قابل نفوذ ضروری است.

- به هنگام ورود به مخازن و تانک های ذخیره سازی آلکیل های سرب، باید از لباس کلاس D مجهز به سیستم تنفسی متکی به خود استفاده شود.
- لباس ها پس از استفاده باید در محلی تمیز و به دور از نور خورشید و در وضعیت عمودی نگهداری شوند.
- در هنگام کار با سرب استفاده از عینک های ایمنی دوربسته تهویه شونده و حفاظ صورت توصیه می شود.

### ۱۵-۶-۲ ماسک تنفسی

- در محیط های کاری که کارگران به مدت حداقل یک ماه در سال در معرض غلظت های سرب در هوای تنفسی در غلظتی بیشتر از حد توصیه شده باشند کارفرما موظف است با اجرای کنترل های مهندسی و یا کنترل های اجرایی اقدام به کنترل مواجهه با سرب کند مگر اینکه اثبات شود که انجام این اقدامات امکان پذیر نیست.
- کارفرما موظف است محیط کار را با استفاده از سایر روش های کنترلی به نحوی ایمن کند که نیازی به استفاده از وسایل حفاظت تنفسی نباشد.
- سازمان های مسئول توصیه می کنند که کارفرمایان باید هوای محیطی آلوده به سرب در غلظت های بالاتر از حد توصیه شده ۸ ساعتی (۵۰ میکروگرم در متر مکعب هوا) را با اعمال روش های کنترلی به حدود قابل قبول برسانند.
- هر گاه کنترل های مهندسی و اجرایی قادر به رسانیدن غلظت سرب در هوای تنفسی به کمتر از حد ۵۰ میکروگرم سرب در متر مکعب هوا نباشد، کارفرما موظف به تأمین ماسک های تنفسی برای کارگران است.
- در شرایط غلظتی کمتر از حد ۳۰ میکروگرم سرب بر متر مکعب هوا در طی ۸ ساعت کار روزانه، نیازی به استفاده از ماسک تنفسی نمی باشد.
- در جاهایی که تغییر روش های کاری، تغییر ابزار کار و یا استفاده از سیستم های تهویه موضعی موجب کاستن از غلظت سرب در هوای محیطی به حد قابل قبولی شده است نیازی به استفاده از ماسک های تنفسی نیست.
- انتخاب ماسک های تنفسی باید توسط فرد متخصص نظیر کارشناس بهداشت حرفه ای و با توجه به غلظت سرب در هوای تنفسی کارگر انجام شود.

- ماسک های تنفسی نیم صورت وسایلی ارزان و ساده برای محافظت در مقابل مسمومیت ناشی از تنفس هوای آلوده به گرد و غبار، فیوم سرب می باشند. فشار منفی ناشی از تنفس هوا سبب عبور هوای آلوده از فیلترهای تصفیه کننده هوا و ورود هوای تصفیه شده به محفظه ماسک می شود. ماسک های تصفیه کننده مستعد نشتی هوا و ورود هوا از اطراف ماسک به داخل محفظه تنفسی هستند، از اینرو محافظت خوبی در مقابل غلظت های بالای سرب ندارند.

- در اغلب موقعیت های صنعتی غلظت های سرب در هوا به حدی هستند که می توان از ماسک های تصفیه کننده هوا استفاده کرد، اینهمه این ماسک ها فقط در محیط های با اکسیژن کافی و تا غلظت های به بزرگی ۵۰۰ میکرو گرم سرب در متر مکعب هوا قابل استفاده هستند.

- در شرایطی که سیستم تهویه موضعی در سیستم وجود دارد ماسک های نیم صورت محافظت خوبی در فعالیت هایی نظیر تعمیر رادیاتور اتومبیل، رنگ آمیزی یا اسپری لعاب بر روی شیشه، ریخته گری و ماشین کاری بر روی قطعات حاوی سرب فراهم می کند. در کارهایی نظیر سند بلاست، جوشکاری و یا برشکاری با تورچ هوا - برش گرد و غبار و فیوم بیشتری تولید می شود که نیازمند استفاده از ماسک های تنفسی با درجه حفاظتی بالاتر از ماسک های نیم صورت می باشد.

- ماسک های تنفسی در اشکال و سایزهای مختلف در دسترس هستند. ماسک تنفسی باید متناسب با نیازهای کار و تنها پس از ارائه آموزش های لازم به عنوان یک روش کنترل خطر مورد توجه قرار گیرد.

- به طور کلی انتخاب ماسک های تنفسی برای هر گروه کاری با توجه به نیازهای کاری نظیر نوع کار، طول دوره استفاده از ماسک، دقت در کار، فعالیت فیزیکی مورد نیاز جهت انجام کار، انطباق ماسک با صورت، رؤیت کار، راحتی، ارتباط با سایر کارگران و غلظت معمول آلودگی در طی یک شیفت کاری انجام می شود.

- هر ماسک دارای فاکتور حفاظتی تخصیص یافته است. درجه حفاظتی درج شده بر روی ماسک باید به مراتب بیشتر از درجه حفاظتی مورد نظر باشد تا حاشیه ایمنی خوبی در استفاده از ماسک فراهم شود. به این منظور غلظت سرب در هوای محیط کار بر فاکتور حفاظتی ماسک تقسیم می شود و نتیجه حاصل باید به مراتب کمتر از حد مجاز توصیه شده برای سرب باشد.

- فاکتور حفاظتی تخصیص یافته به ماسک به تنهایی نمی تواند شاخص صحیح و قابل اعتمادی در زمینه سودمندی ماسک تنفسی باشد و کارایی یک ماسک به فاکتورهای دیگری نظیر نحوه استفاده، بهداشت فردی، تست انطباق و غیره دارد.



- به منظور اطمینان از ایجاد حفاظت مناسب در شرایط کاری مختلف، توصیه می شود با توجه به حد غلظتی توصیه شده سرب و غلظت سرب در هوای محیط کار از ماسک هایی با فاکتور حفاظتی بالاتر استفاده شود که از حاشیه ایمنی بالاتری به منظور جبران نقایص احتمالی برخوردار باشند.
- انتخاب ماسک بر اساس سطوح غلظتی سرب در هوای محیط کار در جدول ۵ ارائه شده است.
- وقتی که کاربر در استفاده از لباس یا ماسک تنفسی احساس راحتی ندارد. بهترین ماسک و لباس حفاظتی الزاما به معنای بالاترین درجه حفاظتی نمی باشند.
- ماسک های تنفسی از نوع تصفیه کننده هوا سبب تحمیل فشار زیادی بر قلب و ریه برخی از کارگران می شوند. بر این اساس کارفرما موظف به ارزیابی پزشکی کارگران پیش از استفاده از ماسک های تنفسی است تا مشخص شود که آیا کارگر قادر به استفاده از ماسک تنفسی مورد نظر هست؟ این موضوع علی الخصوص برای سیگاری ها، افراد با ناراحتی های قلبی و تنفسی و افرادی که در هنگام استفاده از ماسک تنفس دچار مشکل تنفسی می شوند ضروری است.

جدول ۵: درجه حفاظت تنفسی ماسک های مختلف و کاربرد آنها در شرایط غلظتی مختلف

کاربرد (غلظت سرب در هوا، میکروگرم بر متر مکعب هوا)	نوع ماسک
	- ماسک نیم صورت با فیلتر P-3, R-3 یا N-100
کمتر از ۵۰۰	- ماسک تصفیه کننده نیم صورت، فشار منفی یا سیستم هوارسان از نوع حالت مورد نیاز
کمتر از ۱۲۵۰	- هود یا کلاه هوارسان با فیلتر P-3, R-3 یا N-100 - هود یا کلاه هوارسان در حالت جریان مداوم (سند بلاست)
	- ماسک تمام صورت با فیلتر P-3, R-3, N-100
	- ماسک تمام صورت با سیستم تامین هوا از نوع حالت مورد نیاز
کمتر از ۲۵۰۰	- ماسک نیم صورت یا تمام صورت همراه با سیستم تامین هوا از نوع جریان مداوم - ماسک تمام صورت مجهز به سیستم تنفسی متکی به خود از نوع حالت مورد نیاز.
کمتر از ۵۰۰۰۰	ماسک نیم صورت همراه با سیستم تامین هوا در حالت فشار مورد نیاز یا سایر حالات فشار مثبت
کمتر از ۱۰۰۰۰۰	ماسک تمام صورت با سیستم تامین هوا از نوع فشار منفی با عملکرد در حالت (فرایند سند بلاست)

- برای حفاظت در مقابل ذرات سرب فیلترهای تصفیه کننده ذرات از نوع P-3, R-3, or N-100 توصیه می شود. این فیلترها از نوع فیلتر تصفیه کننده ذرات با کارایی بالا<sup>۱</sup> هستند که با راندمان در حد ۹۹/۹۷ درصد قادر به جداسازی ذرات تا سایز ۰/۳ میکرومتر و بزرگ تر از جریان هوای آلوده هستند. - اگر در هوای محیط کار علاوه بر ذرات سرب، میست های روغنی وجود دارد می توان از فیلترهای سری P-3, R-3 استفاده کرد.

- بر خلاف کارتریج های مواد شیمیایی که با گذشت زمان و پرشدن جایگاه های جذبی آنها نیاز به تعویض دارند در فیلترهای ذرات با گذشت زمان و تشکیل کیک گرد و غبار بر سطح فیلتر راندمان جمع آوری ذرات افزایش یافته و به همین نسبت به فشار بیشتری جهت عبور هوای آلوده از فیلتر نیاز خواهد بود. این پدیده از یک سو منجر به سخت تر شدن تنفس و از سوی دیگر افزایش ورود هوای آلوده از اطراف ماسک به منطقه تنفسی می شود.

- در شرایط حضور همزمان ذرات سرب با سایر آلاینده ها با توجه به شرایط باید از فیلتر ترکیبی استفاده شود.

- در محیط های کاری که علائم تحریک و التهاب پوست و چشم در کارگران وجود دارد، استفاده از ماسک های تنفسی تمام صورت توصیه می شود. معرفی هر یک از سیستم های تنفسی در ضمیمه-۱ ارائه شده است.

## ۱۵-۷ برنامه حفاظت تنفسی

در محیط های صنعتی، دستگاه تنفسی اولین راه تماس کارگران با آلاینده ها محسوب می شود، از این رو اجرای یک برنامه حفاظت تنفسی مؤثر به منظور جلوگیری از مواجهه تنفسی اهمیت بالایی درکاستن از بیماری های شغلی خواهد داشت. بدون برنامه حفاظت تنفسی مؤثر علیرغم صرف هزینه، کارگران به طور مؤثر حفاظت نشده و در معرض خطر می باشند.

- آموزش مناسب، آزمایشات دوره ای پزشکی، تست های انطباق ماسک با صورت، نحوه نگهداری مناسب از ماسک و آگاهی از محدودیت های ماسک از نکات کلیدی در برنامه حفاظت تنفسی می باشند. اجزای یک برنامه حفاظت تنفسی مؤثر در ۹ بخش به شرح زیر قابل بررسی هستند.

الف) بررسی دقیق شغل و تدوین معیارهای مناسب برای انتخاب ماسک تنفسی

ب) انجام معاینات پزشکی برای کارگرانی که نیاز به استفاده از ماسک تنفسی دارند.

- پ) ارزیابی انطباق ماسک با صورت کارگران
- ت) استفاده درست از ماسک‌ها در مواقع عادی و اضطراری
- ث) تدوین برنامه‌های منظم به منظور نظافت، ضد عفونی، تعمیر و نگهداری و تعویض و دیگر اعمال مربوط به نگهداری از ماسک
- ج) اطمینان از کیفیت و کمیت هوای ورودی به ماسک، بویژه در ماسک‌های هوا رسان
- چ) آموزش خطرات ناشی از مواجهه تنفسی با آلاینده‌های مختلف در محیط کار
- خ) آموزش کارگران در زمینه نگهداری و استفاده درست از ماسک
- ه) ارزیابی دوره‌ای از درجه تاثیر و موفقیت برنامه حفاظت تنفسی

### ۱۵-۷-۱ ارزیابی انطباق ماسک با صورت کارگران

سازمان‌های معتبر بر این نکته تأکید دارند که به استثنای ماسک‌های فشار مثبت، تمام ماسک‌های تنفسی باید در شرایط فشار منفی یا همان تست انطباق با صورت بررسی شوند. نتایج حاصل از تست انطباق در فرمی ثبت می‌شود که حاوی اطلاعاتی در زمینه نام کارگر، نوع و مدل ماسک، نوع تست انجام شده، تاریخ انجام تست و درجه انطباق ماسک با صورت کاربر می‌باشد.

- تست‌های انطباق باید به طور سالانه و در موارد ویژه در فواصل کوتاه‌تر انجام شوند. در صورتی که کاربر به دلایلی نظیر زخم‌های صورت، جراحی‌های زیبایی، تعویض دندان، یا تغییرات در وزن یا به هر دلیلی تغییرات جسمانی ظاهری داشته باشد، بایستی تست انطباق مجدداً تکرار شود.

- در صورتی که مشخص شود که ماسک تنفسی منطبق بر صورت نمی‌باشد، بایستی از ماسک‌های تنفسی فشار مثبت استفاده شود. اگر کارگر دارای موهای روی پیشانی، سوختگی بیش از حد در صورت، یا دارای ریش و سبیل باشد، انطباق ماسک با صورت به خوبی انجام نمی‌شود و در این حالت استفاده از ماسک منوط به ایجاد تغییراتی در مدل موها یا اصلاح صورت است.

### ۱۵-۷-۲ آموزش نحوه استفاده از ماسک

باید قبل از اولین مرتبه استفاده از ماسک و بعد از آن به صورت سالانه آموزش داده شود. در صورت نیاز به معرفی خطرات تنفسی و یا معرفی ماسک‌های جدید، نیاز به ارائه آموزش‌های اضافی است. برنامه آموزشی حداقل مشتمل بر موارد زیر است:

الف) خطراتی که ممکن است در صورت استفاده نامناسب از ماسک به وجود آید.

ب) اهمیت استفاده از ماسک تنفسی

پ) تشریح ماسک‌های تنفسی موجود و مکانیزم کار آنها.

ت) اهمیت استفاده از ماسک‌های تنفسی متناسب با کارهای مختلف موجود در فرایند.

ث) نحوه استفاده صحیح استفاده از ماسک.

ج) نحوه بازرسی، نگهداری، تمیز و ضد عفونی ماسک تنفسی.

چ) نحوه نگهداری از ماسک در قفسه شخصی و در کیسه‌های پلاستیکی در بسته.

خ) نحوه استفاده از ماسک‌ها در شرایط اضطراری.

### ۱۵-۲-۳ بازرسی روزانه از ماسک

کارگر باید در حین نظافت ماسک در پایان کار روزانه، بازرسی ماسک را هم انجام دهد.

- کارگر در هر روز کاری و قبل از استفاده از ماسک باید تست انطباق ماسک را انجام دهد. این کار جهت اطمینان از عملکرد مناسب سوپاپ‌ها و بدنه ماسک و انطباق آن با صورت می‌باشد. برای انجام این کار، کاربر بخش ورود هوای ماسک یعنی سطح فیلترها را با دست می‌پوشاند و سپس عمل دم انجام می‌شود. در این حالت قطعه صورت ماسک قدری روی هم می‌خوابد. فشار منفی باید حداقل به مدت ۱۵-۱۰ ثانیه باقی بماند. در صورت تأیید این تست، کاربر روی شیرهای خروجی را که معمولاً در دسترس نیست به نحوی گرفته و عمل بازدم را انجام می‌دهد در این حالت نیز قطعه صورتی باید چند ثانیه به حالت متورم بماند. در صورت خرابی ماسک، تاریخ تعویض قطعه آسیب دیده در برگه نگهداری ماسک ثبت می‌شود.

### ۱۵-۲-۴ تمیز سازی و ضد عفونی ماسک‌ها

در حین انجام کار امکان آلودگی ماسک به ذرات سرب وجود دارد. کار با ماسک آلوده زمینه ساز ایجاد التهابات و بیماری‌های پوستی خواهد بود. ماسک‌ها در پایان هر روز کاری باید با استفاده از سیستم‌های نظافت مکشی تمیز شده و در فواصل منظم بر اساس دستورالعمل تمیز و ضد عفونی شوند. دستورالعمل عمومی نظافت ماسک‌ها به شرح زیر است:

- فیلتر را جدا کنید.
- قسمت‌های معیوب را تعویض کنید. در تعویض قسمت‌های معیوب توجه داشته باشید که تمام قطعات تعویضی بایستی ساخت همان کارخانه سازنده باشد و توسط NIOSH تأیید شده باشند.
- قطعات ماسک را در آب گرم که حاوی دترژنت ملایم است قرار داده و با یک برس زبر و محکم و یا مسواک آلودگی‌ها و مواد خارجی را پاک کنید.
- بعد از شستشو قطعات را کاملاً خشک کنید.

- امروزه مواد مختلفی برای ضد عفونی ماسک های تنفسی در دسترس هستند. بسیاری از محلول های ضد عفونی حاوی الکل و یا ترکیبات قلیائی املاح آمونیم هستند که در آنها اتم های هیدروژن آمونیاک توسط بنیان های آلی جایگزین شده و قادر به نابودی کامل باکتری ها و یا ویروس های مضر و مزاحم نیستند. بسیاری از حلالها سبب آسیب به ماسک می شوند.
- شستن ماسک با دترجنت های متوسط نیز روش مناسبی است. زمانی که شوینده از خاصیت ضد عفونی برخوردار نیست، ماسک را به مدت ۲ دقیقه در یکی از محلولهای زیر قرار دهید.
- ۱- محلول هیپوکلریت حاوی ۵۰ میلی گرم در لیتر کلر را با ۱ لیتر آب و ۲ میلی لیتر وایتکس مخلوط کرده و ماسک را به مدت ۲ دقیقه در آن قرار دهید.
- ۲- محلول ید ۵۰۰ میلی گرم در لیتر. جهت تهیه محلول ید، ۰/۸ میلی لیتر تنتورید رادریک ۱ لیتر آب رقیق کرده و ماسک ها را به مدت ۲ دقیقه در محلول غوطه ور کنید.
- پس از انجام ضد عفونی، آب کشی ماسک ها با آب تمیز ضروری است.
- پس از انجام تمیز سازی و ضد عفونی بایستی ماسک را در محل تمیزی گذاشت تا با جریان هوا خشک شود، سپس بخش های مختلف ماسک و در پایان فیلتر ها را به ماسک متصل کرد.
- کارشناس بهداشت باید به طور مرتب از ماسک ها بازدید کرده و از سلامت فیزیکی و تمیزی ماسک مطمئن شود، نتایج این بازدید ها، با ذکر تاریخ بازدید، ثبت و بایگانی می شوند.

## ۱۵-۸ بهداشت فردی

- الف) پیش از ورود به محیط کار، با توجه به میزان آلودگی محیط کار از وسایل حفاظتی مناسب استفاده شود.
- ب) وسایل حفاظتی باید پس از مصرف شسته و کاملاً تمیز شوند، مگر اینکه یک بار مصرف باشند.
- پ) پرسنل باید پس از ترک محل کار، لباس های کار را درآورده و دست و صورت را به دقت بشویند.
- ت) کارگران شاغل به کار در محیط هایی که غلظت ذرات سرب هوابرد در هوای محیطی بیش از حد مجاز توصیه شده باشد، تنها پس از دوش گرفتن و شستشوی کامل تمام بدن مجاز به ترک محل کار می باشند.
- ث) خروج از محل کار با لباس کار اکیداً ممنوع است، همانطور که پرسنل بدون تجهیزات حفاظتی مناسب حق ورود به محیط کار را ندارند.

- ج) به منظور پیشگیری از تماس گوارشی، صرف غذا، نوشیدنی، مصرف سیگار یا آدامس در محل های کار با سرب ممنوع بوده و بایستی مانع از بردن این قبیل چیزها به محل کار شد.
- چ) صرف غذا، نوشیدنی و استعمال سیگار باید در محل های تمیز انجام شود.
- خ) غذا، نوشیدنی و سیگار باید در محل هایی تمیز به غیر از کمد وسایل حفاظت فردی نگهداری شوند.
- ه) هرگونه تماس دهانی با تجهیزات نظیر چسبانیدن برچسب، مکیدن سیال و ... در محیط کار ممنوع است.
- د) خروج هرگونه وسیله و وسایل حفاظتی به خارج از محل کار ممنوع است.
- د) لباس های کار، وسایل حفاظت فردی و وسایل و تجهیزات کاری در پایان شیفت کاری باید به روشهای تمیز سازی مکشی تمیز شوند.
- ذ) کارگران شاغل به کار در محیط های در معرض تماس با سرب باید ناخن ها و موی خود را کوتاه نگه داشته، و پس از انجام کار دوش گرفته و لباس هایشان را عوض کنند.
- ر) شستشوی کامل دست و صورت پیش از صرف غذا، استعمال سیگار یا خوردن نوشیدنی، احتمال تماس ناخواسته به سرب را کاهش می دهد.
- ز) دست ها باید پس از درآوردن لباس ها و دستکش های آلوده به دقت شسته شوند. شستشوی کامل مشتمل بر شستشو دست با صابون مایع و برس ناخن، استفاده از حوله های کاغذی یک بار مصرف و دست خشک کن برقی است.
- ژ) پس از شیفت کاری، کارگران آلوده به سرب می بایست به طور کامل لباس کار خود را در محل معین شده تعویض کرده، دوش بگیرند و پس از شستشوی کامل بدن، و خشک کردن خود اقدام به پوشیدن لباس های شخصی و مراجعه به خانه کنند. با رعایت این فرایند می توان مانع از انتقال آلودگی از محیط کار به اتومبیل، منزل و اعضاء خانواده شد.

## ۱۶- برخورد با شرایط اضطراری

در صورتی که علیرغم بکار گرفتن روش های کنترلی مختلف باز هم آزاد سازی ناگهانی و ریخت و پاش سرب و یا مواد حاوی سرب به محیط رخ داد نیاز به دارا بودن برنامه برخورد با شرایط اضطراری به منظور کنترل شرایط بوجود آمده و جلوگیری از گسترش و عواقب آن است. در این برنامه باید نوع

تجهیزات حفاظت فردی، نحوه کنترل و تعمیر محل های آزادسازی، نجات مصدومین، نحوه اطلاع رسانی به سایر بخش ها، وظایف سایر کارگران و... به دقت تعریف شده باشد.

## ۱۷- انتقال سرب از محیط کار به منزل

مسئولیت صیانت از سلامتی افراد زیر که به طور اتفاقی و ناخواسته در معرض مواجهه احتمالی با سرب و ترکیبات بر عهده کارفرما است.

- کارگران تعمیر و نگهداری و نظافت چی ها که به طور اتفاقی در معرض تماس قرار می گیرند.

- بازدید کنندگان از محل کار

- خانواده های کارگران در معرض تماس که به طور مستقیم از طریق انتقال ناخواسته سرب از طریق لباس و کفش و مو و دست آلوده از محل کار به منزل در معرض مواجهه قرار می گیرند.

- از دیدگاه بهداشتی، کودکان و افراد زیر ۱۸ سال حق بازدید از فرایندها و مناطق آلوده به سرب را ندارند.

- برخی از کارگران در پایان کار به نحو مناسبی استحمام و رفع آلودگی نکرده و یا اینکه بر اثر تماس با وسایل، سطوح و لباس های آلوده، آلودگی را به همراه خود به اتومبیل و منزل برده و به این ترتیب مقدمات تماس و مسمومیت اعضاء خانواده بویژه کودکان و زنان باردار را با سرب و ترکیبات آن فراهم می کنند.

- کودکان از ریسک تماس بالاتری برخوردار هستند چون از رابطه دستی - دهانی بالاتری نسبت به بزرگسالان برخوردار بوده و ضمناً کارایی دستگاه گوارشی آنها در جذب سرب بیشتر از بزرگسالان است. مسمومیت در کودکان طیف وسیعی از بیماری ها از بیماری های رفتاری تا آسیب های مغزی را بدنبال خواهد داشت.

- در کودکان به علت عدم تکامل کافی سد خونی - مغزی تا قبل از ۳ سالگی مقادیر بیشتری سرب جذب دستگاه عصبی مرکزی شده و مسمومیت مغزی یا انسفالوپاتی ناشی از سرب با علائم تشنج، اغماء در کودکان در معرض تماس ایجاد می شود.

- افزایش غلظت سرب در خون بزرگسالان تأثیر نامطلوبی بر سیستم تولید مثل و بر جنین در حال رشد داشته و سبب بروز آسیب های عصبی دائمی در جنین می شود.

- کار ایمن با سرب و پیشگیری از انتشار ناخواسته آن به اتومبیل، منزل و اعضاء خانواده نیازمند همکاری و تعامل دو طرفه کارگر و کارفرما است.

- سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا و سازمان توسعه شهری و منزل<sup>۱</sup> بالاترین حد مجاز سرب را بر روی کف سرامیکی و یا کف پوشیده با موکت یا قالی، ۱۰۰۰ میکروگرم سرب در متر مربع تعیین کرده است. سازمان OSHA، مقدار ۱۰۰ میکروگرم سرب در فوت مربع توصیه شده از سوی سازمان HUD را به عنوان حد تمیزی در محل های غیر آلوده در نظر گرفته است.

## ۱۸- وظایف کارفرمایان در راستای ارتقاء کیفیت محیط کار

در اغلب موارد کارفرمایان از نایمن بودن محیط های کار بی اطلاع بوده و شرایط لازم برای مواجهه پرسنل با سرب و ترکیبات آن را فراهم می کنند. کارگران حق دارند که در مقابل تماس با سرب محافظت شده و تماس آنها با سرب به حداقل ممکن برسد. کنترل تماس های شغلی و بهسازی محیط کار تنها در سایه مشارکت کارفرما و کارگران قابل دستیابی است.

- کارفرمایان وظیفه دارند محیط کار را به نحوی ایمن سازی کنند که تماس کارگران با سرب کنترل شود و در جاهایی که این کار به لحاظ فنی یا عملیاتی امکان پذیر نیست، تا حد امکان کنترل شده باشد.

- کارفرما موظف است بر اساس اولویت بندی اقدامات کنترلی در برنامه ارزیابی ریسک اقدام به ایمن سازی ایستگاه های کاری و محیط کاری نماید.

- مسئولیت صیانت از سلامتی افراد بازدید کننده از محل کار که به طور اتفاقی و ناخواسته در معرض تماس با سرب قرار می گیرند بر عهده کارفرما است.

- کارفرما موظف است لباس و تجهیزات حفاظتی مناسب برای کارگران فراهم کند.

- کارفرما موظف است با اجرای آموزش های تخصصی، وضع و اعمال قانون، تشویق به رعایت توصیه ها یا اقدامات بهداشتی مناسب از سودمندی برنامه های پیشگیرانه مطمئن شود.

- کارفرما موظف به تأمین تسهیلات شستشوی مناسب مشتمل بر بخش های رختکن لباس های آلوده، دوش و رختکن لباس های تمیز می باشد.

- کارفرما موظف به ارائه آموزش های لازم در زمینه کار ایمن با سرب می باشد.

1 - Department of Housing and Urban Development (HUD)



- کارفرما موظف است تسهیلات دوش و شستشوی دست و صورت و تمام بدن را برای کارگران فراهم کرده و مطمئن شود که کارگران قبل از خروج از محل کار حتما دوش گرفته و بدون آلودگی از محیط کار خارج می شوند.

- در خصوص کارگرانی که در معرض غلظت های کمتر از ۲۰۰ میکروگرم سرب در متر مکعب هوای تنفسی می باشند، کارفرما موظف به تأمین دست شویی های مناسب جهت شستشوی دست و صورت می باشد. کارگران موظف به شستشوی دست و صورت خود پیش از خروج از محل کار می باشند.

- کارفرما موظف است نحوه استفاده صحیح از لباس های حفاظتی را به کارگران آموزش داده و از رعایت این آموزش ها توسط کارگران مطمئن شود.

- کارفرما موظف است لباس حفاظتی کارگرانی را که در معرض تماس با سرب هوابرد در غلظتی بیش از ۲۰۰ میکروگرم در متر مکعب هوا هستند، را در پایان هر روز کاری به طور کامل شستشو کند.

- کارفرما موظف است، کارگران را نسبت به خطرات بهداشتی کار با سرب و اهمیت رعایت دقیق توصیه های بهداشتی در زمینه تعویض لباس کار، استحمام، شستن دست ها در پایان کار و عدم انتقال وسایل کاری آلوده به خارج از محل کار آگاه نماید.

- کارفرما موظف است به منظور بررسی اثر بخشی برنامه حفاظتی در مقابل سرب، در فواصل زمانی منظم اقدام به جمع آوری نمونه از سطح پوست و سطوح داخلی اتومبیل کارگران کند.

- کارفرما موظف است نتایج نمونه برداری هوا، نمونه برداری از سطح پوست یا از محیط داخلی اتومبیل را به اطلاع کارگر رسانیده و توصیه های لازم را به کارگران ارائه کند.

- کارفرما باید سیستم های تمیز کننده فشار منفی نظیر جاروبرقی های مرکزی مجهز به فیلترهای هپا را در محل کار جهت نظافت و جمع آوری سرب ته نشین شده بر سطح لباس های کار، ماسک های تنفسی و تجهیزات کاری در پایان کار را فراهم کنند. سیستم های نظافتی باید به نحوی طراحی شده باشند که مانع از انتشار مجدد گرد و غبار سرب جمع آوری شده به محیط شوند.

## ۱۹- وظایف کارگران در راستای ارتقاء کیفیت محیط کار

- کارگر مسئول رعایت جنبه های ایمنی و بهداشت در کاری که انجام می دهد می باشد.
- استفاده درست از سیستم های کنترل ریسک که توسط کارفرما تأمین شده نظیر سیستم تهویه، سیستم های نظافت فشار منفی، سیستم های کنترل دما، تجهیزات حفاظت فردی و...
  - رعایت دستورالعمل های کار ایمن، رفع آلودگی پیش از ورود به غذاخوری، خروج از محل کار و...
  - پرهیز از خوردن، نوشیدن و یا جوئیدن آدامس و استعمال سیگار و یا آوردن خوراکی، نوشیدنی و یا سیگار به محل کار
  - صرف غذا، نوشیدنی و استعمال دخانیات در محل های تمیز و عاری از آلودگی به سرب که از سوی کارفرما معین شده اند.
  - شستشوی دست و صورت و یا تعویض لباس و یا لباس های حفاظتی آلوده پیش از ورود به غذاخوری یا محل صرف نوشیدنی
  - رعایت اصول بهداشت فردی:
  - شستشوی دست و صورت و تمیز کردن زیر ناخن ها با فرچه پیش از صرف غذا یا نوشیدنی و یا استعمال دخانیات.
  - مشارکت در ایمن سازی محیط کاری
  - شرکت مستمر و فعال در دوره های آموزشی
  - تعامل سازنده و متقابل با کارفرما در زمینه ایمن سازی محیط
  - آشنایی با نحوه استفاده صحیح و به موقع از سیستم های کنترلی نظیر تهویه موضعی، تجهیزات و روش های کار صحیح
  - نظافت و تمیز نگه داشتن محیط کار با روش های تعریف شده از سوی کارفرما
  - انجام کار با حداقل تولید و انتشار آلودگی
  - جمع آوری و انتقال مناسب پسمان ها در انتهای شیفت کاری
  - استفاده از لباس های حفاظتی و ماسک های تنفسی در محیط های پرگرد و غبار و بازگرداندن آنها در انتهای شیفت یا روز کاری به محل تعیین شده از سوی کارفرما
  - گزارش هرگونه اشکال یا خرابی در سیستم تهویه، اقلام حفاظت فردی، برچسب گذاری و... به سوپروایزر و یا کارشناس بهداشت حرفه ای

- رعایت توصیه های پزشکی در هنگام کار با سرب
- رعایت توصیه ها و دستورالعمل های اعلام شده توسط کارشناس بهداشت حرفه ای
- شستشو و نظافت تجهیزات حفاظت فردی در محل کار

### ضمیمه ۱- ماسک های تنفسی

به طور کلی ماسک های تنفسی در سه گروه تصفیه کننده هوا<sup>۱</sup>، هوارسان<sup>۲</sup> و کپسول دار یا متکی به خود<sup>۳</sup> طبقه بندی می شوند.

### الف- ماسک های تصفیه کننده هوا

#### ۱- فشار منفی

هوا از میان فیلتر بر اساس فشار منفی حاصل از تنفس عبور می کند. این نوع ماسک، به صورت ماسکهای نیم صورت، تمام صورت، با فیلترهای قابل تعویض و ماسک های یکبار مصرف در دسترس می باشند.

#### ۲- دمنده هوا (فشار مثبت)

نوع دیگری از ماسکهای تصفیه هوا با نیروی محرک<sup>۴</sup> PAPR می باشند که در آنها از یک دمنده برای مکش و انتقال هوای آلوده از فیلتر تصفیه کننده به درون ماسک استفاده می شود. هوای آلوده پس از عبور از فیلتر تمیز شده و سپس از طریق یک لوله به قطعه صورت که کاملاً منطبق بر صورت کاربر و یا به کلاه دارای حفاظ صورت تحویل می شود. فشار هوا در اطراف صورت کارگر مثبت است و مانع از ورود هوای آلوده به منطقه تنفسی می شود. ماسکهای دمنده هوا بایستی قادر به تأمین حداقل ۴ فوت مکعب در دقیقه هوا در ماسکهای کاملاً منطبق با صورت و حداقل ۶ فوت مکعب در دقیقه در مدل های غیر منطبق نظیر کلاه های هوارسان باشند. باتری ها باید به گونه ای انتخاب شوند که حداقل ۸ ساعت کار مداوم دمنده را موجب شوند، اما به منظور حصول به بهترین شرایط هوا دهی بهتر است باتریها هر ۴ ساعت تعویض شوند.

در مواقعی که کارگر مشغول انجام یک کار سنگین است، نیاز به میزان هوای بیشتری دارد که حتی اگر باتری های ماسک کاملاً شارژ شده باشند باز هم قادر به تأمین این حجم هوا نیستند. تحت این شرایط فشار منفی در اطراف صورت بوجود آمده و آلاینده ها به منطقه تنفسی کارگر راه پیدا می کنند. به این دلایل وسایل سیستم های PAPR کاملاً منطبق بر صورت از درجه حفاظتی مشابه ماسک های تصفیه کننده هوا برخوردار هستند.

1 - Air – purifying respirators

2 - air – supplying respirators

3 - self-contained breathing apparatus (scba)

4 - powered air purifying respirators (papr)

در ماسک های تنفسی تصفیه کننده هوا فشار منفی و فشار مثبت (با نیروی محرکه) بر اساس استاندارد AS1716 از ۳ گروه فیلتر برای جدا کردن ذرات مایع یا جامد یا هر دو از هوای تنفسی استفاده می شود.

**الف) گروه P<sub>1</sub>:** جهت به دام اندازی ذراتی که بر اثر فرایندهای مکانیکی ایجاد می شوند مناسب در برابر گرد و غبار معدنی و کلیه ذرات با ابعاد بزرگتر از ۱ میکرومتر.

**ب) گروه P<sub>2</sub>:** کاربرد این ماسکها در بدام اندازی ذرات حاصل از فرآیندهای مکانیکی و حرارتی مانند دمه های فلزی و کلیه ذرات با ابعاد بزرگتر از ۰/۳ میکرومتر می باشد.

**ج) گروه P<sub>3</sub>:** حفاظت در برابر کلیه گرد و غبارها، مواد رادیواکتیو، باکتریها، ویروسها.

### ۳- ماسک های هوارسان

در این سیستم حفاظت تنفسی هوای تمیز با کیفیت کلاس D توسط لوله به منطقه تنفسی کارگر وارد می شود. هوای کلاس D، حداقل کیفیت هوایی است که می تواند در سیستم های تنفسی هوارسان استفاده شود که ویژگیهای آن به شرح زیر هستند.

- مونوکسید کربن: حداکثر ۲۰ پی پی ام
- دی اکسید کربن: حداکثر ۱۰۰۰ پی پی ام
- هیدروکربنهای کندانس شده: حداکثر ۵ میلی گرم در متر مکعب هوا
- بوهای قابل تشخیص: نباید، قابل تشخیص باشند.
- بخار آب: حداقل ۶۶ پی پی ام

کمپرسورهای مورد استفاده در این سیستم ها بایستی دارای آلارم دمای بالا، آلارم مونوکسید کربن، شیرهای ایمنی مناسب و روغن گیر و کارتريج زغال فعال مناسب باشند. مونوکسید کربن بزرگترین مشکل در ارتباط با سیستم های هوارسان می باشد. این گاز بی رنگ، بی بو و بدون مزه که جزء خفه کننده های شیمیایی است توسط کمپرسورهای داغ تولید می شود. داغ شدن بیش از حد کمپرسور موجب شکسته شدن روغن نرم کننده و آزاد شدن مونوکسید کربن می شود. از اینرو سازمان OSHA تأکید می کند که در صورت استفاده از اینگونه کمپرسورها حتماً از یک آلارم مونواکسید کربن و یا یک کنترل کننده دما یا هر دوی آنها در سیستم استفاده شود. در صورتیکه از آلارم مونواکسید کربن استفاده می شود، این آلارم باید هر ماه یکبار کالیبره و چک شود. در صورت

استفاده از کنترل کننده دمای بالا، بایستی در فواصل زمانی مناسب از هوای خروجی از کمپرسور نمونه برداری شود به طوری که مونواکسید کربن در هوای خروجی از کمپرسور بیشتر از ۱۰ پی پی ام نباشد. امکان جذب مونواکسید کربن از محیط خارج به درون کمپرسور وجود دارد، به این منظور، هوای دریافتی بایستی از نقاطی دور از کمپرسور و یا منابع احتراقی نظیر آگزوز وسایل نقلیه، دودکش ها و ژنراتورها تامین شود.

همچنین احتمال جذب دیگر منابع آلاینده های هوابرد نیز وجود دارد که بایستی پس از شناسایی مانع از ورود آنها به سیستم شد. از دیگر آلاینده های مهم در سیستمهای نوع C پس از آنکه هوای تصفیه شده متراکم و ذخیره سازی و آماده تحویل به کاربران شد، گرما و بخار آب بیش از حد است.

در مواردی که فعالیت ها در مقیاس وسیع انجام می شوند یا جاهایی که نیاز به ارسال هوا به فواصل دور می باشد از شیرهای تغذیه اتصال سریع در محیط کار استفاده می شود. اگر چه در برخی موارد کارگران پیش از ورود به محل کار به منبع هوا متصل می شوند، اما بنا بر توصیه NIOSH طول شیلنگ تغذیه نبایستی بیشتر از ۱۰۰ متر شود. اتصالات مورد استفاده در این سیستم ها نبایستی مشابه دیگر اتصالات موجود در کارخانه باشند تا امکان اتصال اشتباه به خطوط اکسیژن، گازهای جوشکاری یا هر خط گاز دیگر موجود در سیستم برطرف شود.

حجم هوای مورد نیاز در این سیستم ها به چندین فاکتور به شرح زیر وابسته است:

۱- نوع ماسک مورد استفاده

۲- تعداد کارگران

۳- تجهیزات جنبی همراه کارگر

همانند سیستم PAPR، در ماسک های هوارسان با انطباق کامل نیازمند حداقل ۴ فوت مکعب در دقیقه، و در کلاه های هوارسان نیازمند حداقل ۶ فوت مکعب در دقیقه هوای باشیم. در هر دو مورد، حداکثر حجم هوای توصیه شده ۱۵ فوت مکعب در دقیقه می باشد.

## انواع ماسک های تنفسی هوارسان

ماسک های تنفسی هوارسان بر اساس کاربرد در گروههای زیر کار طبقه بندی می شوند.

### ۱- حالت مورد نیاز<sup>۱</sup>

در این حالت دم کارگر سبب ایجاد فشار منفی در ماسک و تنظیم هوای ورودی می شود، شرایط فشار منفی در هنگام دم، در صورت انطباق نامناسب ماسک، سبب افزایش احتمال ورود آلاینده ها به قطعه صورتی ماسک می شود، از اینرو استفاده از این نوع ماسک ها، توصیه نمی شود و امروزه بوسیله سیستم های نوع فشار مورد نیاز جایگزین شده اند.

### ۲- حالت فشار مورد نیاز<sup>۲</sup>

در این ماسک ها همواره در قطعه صورتی قدری فشار مثبت وجود دارد که حفاظت بسیار عالی را برای کاربر موجب می شود.

### ۳- حالت جریان مداوم<sup>۳</sup>

در این ماسک ها جریان ثابت تنظیم شده ای در تمام طول کار وارد قطعه صورتی ماسک می شود. به علت مسائل ناشی از افزایش میزان تنفس در هنگام کارهای سنگین این ماسک های کاربرد بسیار محدودی در کارهای خاص نظیر جوشکاری و سائیدن دارند. در این ماسک ها بایستی قطعه صورت، تنظیم کننده جریان هوا و لوله های هوا همگی ساخت یک شرکت بوده و از سوی NIOSH تأیید شده باشند، در غیر این صورت ماسک تنفسی و درجه حفاظتی قابل تأیید و اطمینان نمی باشد.

### ۴- ماسک های کپسول دار ( متکی به خود)<sup>۴</sup>

این ماسک، نوع خاصی از ماسک های هوارسان هستند که به ماسک های تنفسی خودکار نیز معروف هستند. این ماسک ها مشتمل بر قطعه صورت متصل به شیلنگ و رگلاتور است که از سیلندر هوای فشرده از نوع D است که بر روی پشت کارگر حمل می شود، تغذیه می شود.

ماسک های متکی به خود بر اساس حالت فشار مورد نیاز در ماسک های هوارسان کار می کنند، از اینرو حفاظت بسیار مناسبی را در مواردی که غلظت آلودگی در حد IDLH است و یا در محیط

1 - Demand Mode

2 - Pressure-Demand mode

3 - Continuous Flow Mode

4 - Self-Contained Breathing Apparatus(SCBA)

کمبود اکسیژن است فراهم می کنند. حد IDLA توصیه شده برای سرب ۱۰۰ میلی گرم در متر مکعب می باشد.

استفاده از این ماسک ها در عملیات های ویژه نظیر اطفاء حریق و نجات کارگرانی که در محیط های سمی یا فاقد اکسیژن به دام افتاده اند توصیه می شود. سیستم های تنفسی کپسول دار معمولاً به صورت جریان باز<sup>۱</sup> کار می کنند، به طوریکه هوای بازدمی به محیط اطراف ماسک پخش می شود. سیلندر هوا، بسته به سایز، فشار هوا و فعالیت کارگر از ۳۰ تا ۶۰ دقیقه هوا را تأمین می کند. برخی از سیستم های تنفسی کپسول دار مدار بسته، از یکسری اسکرابره های شیمیایی برای حذف دی اکسید کربن اضافی و بخارات آب از هوای بازدمی استفاده می کنند. در این سیستم ها هوای تصفیه شده بازدمی با اکسیژن ارسالی از سیلندر مخلوط می شوند، به طوریکه در این سیستم ها هوای مصرفی بارها و بارها تصفیه شده و مجدداً با اکسیژن مخلوط شده و هیچ گونه هوایی از ماسک خارج نمی شود. بسته به مدل ماسک و نوع و شرایط استفاده این سیستم ها با یک کپسول تا ۴ ساعت می توانند کار کنند. سیستم های تنفسی کپسول دار دارای کاربردهای بسیاری نظیر فرارهای اضطراری می باشند، مدلهای مخصوص فرار دارای سیلندر هوای کوچکتر هستند و برای استفاده تا ۲۰ دقیقه طراحی شده اند، لازم به ذکر است که از این مدل ماسک ها نبایستی جهت استفاده در موقعیت های نجات مصدومین و یا محل های با کمبود اکسیژن و یا سمی که نیاز به ورود اضطراری به آنهاست، استفاده شود.

نوع دیگر از ماسک های تنفسی کپسول دار، علاوه بر کپسول هوا، قابلیت اتصال به سیستم های هوارسان را نیز دارا هستند.

این ماسک ها در واقع ماسک هوارسان می باشند، اما دارای یک کپسول هوای پشتی هستند که در مواقع اضطراری جریان هوای این کپسول می تواند به مسیر هوای اصلی هدایت شود، از مهمترین مزایای این سیستم آن است که کاربر مدت زمان طولانی تری قادر به حضور در یک محیط می باشد. این نوع ماسک ها در محیط های با کمبود اکسیژن و شرایط IDLH و فرار اضطراری نیز قابل استفاده هستند.

همانند موارد ارائه شده برای ماسک های تنفسی هوارسان، استفاده از این ماسک نیز در حالت فشار مثبت توصیه می شود.

1 - open –circuit



## مراجع

- ایزو ۹۰۰۰ (آخرین ویرایش)، سیستم های مدیریت کیفیت، مبانی و واژگان
- الزامات، دستورالعمل ها و رهنمودهای تخصصی بهداشت محیط / حرفه ای-۰۰۱۲ (آخرین ویرایش)، شیوه نگارش محیط و حرفه ای
- شیوه نامه مرکز نشر دانشگاهی- ویرایش دوم: ۱۳۸۱
- صاحبقدم لطفی عباس، متابولیسم سرب و مسمومیت های ناشی از آن، مرکز انتشارات دانشگاه تربیت مدرس چاپ اول، ۱۳۶۷.
- حاجی قاسمخان علیرضا، سم شناسی صنعتی، برای فردا، ۱۳۸۵.
- ISIRI 9545(1st.edition): Workplace air – Determination of particulate lead and lead compounds – Flame or electro thermal atomic absorption spectrometric method.
- OSHA Regulations 1910.1025 App A (Standards - 29 CFR) Substance data sheet for occupational exposure to lead.
- HSE Approved Code of Practice and guidance, (Third edition): 2002: Control of Lead at Work Regulations.
- HSE No. 2676:2002: The Control of Lead at Work Regulations, Statutory Instruments
- Respiratory protective equipment at work, A practical guide, third edition, HSE, 2005.
- HSE ,HSG258. Controlling airborne contaminants at work, A guide to local exhaust ventilation (LEV). 2008.
- Dangerous Substances and Explosive Atmospheres Regulations 2002, Approved Code of Practice and guidance, HSE Publisher, 2003.
- <http://www.cdc.gov/niosh/topics/lead/WorkerInfo.html>.
- Toxicological profile for Lead, Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry. U.S. Department of Health and Human Services, 2007.
- Gulson BL, Mahaffey KR, Mizon KJ, Korsch MJ, Cameron MA, Vimpani G. Contribution of tissue lead to blood lead in adult female subjects based on stable lead isotope methods. J Lab Clin Med 125:703–712. 1995.
- Weyerman M, Brenner H. Factors affecting bone demineralization and blood lead levels of postmenopausal women. A population based study from Germany. Environ Res 76:19–25. 1998.
- Potula V, Kaye W. The Impact of Menopause and Lifestyle Factors on Blood and Bone Lead Levels Among Female Former Smelter Workers: The Bunker Hill Study. American Journal of Industrial Medicine. 49:143–152, 2006.

- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Report to Congress on Workers' Home Contamination Study Conducted Under The Workers' Family Protection Act (29 U.S.C. 671a) DHHS (NIOSH) Publication No. 95-123, 1995.
- Filon FL, Boeniger M, Maina G, Adami G, Spinelli P, Damian A. Skin absorption of inorganic lead (PbO) and the effect of skin cleansers. Journal of Environmental Medicine. 48(7): 692-699, 2006.
- Greg M. Piacitelli, MS, CIH, and Elizabeth A. , Keeping Lead at Work, Research News, 1996.
- Guangqin F , Chang F, Chunhong W, Jiyan W, Jiangao F, Xianglin S, Yongyi B. Selection of Nutrients for Prevention or Amelioration of Lead-Induced Learning and Memory Impairment in Rats. Ann. Occup. Hyg, Vol. 53, No. 4, pp. 341–351, 2009.
- Health Hazard Evaluations: Occupational Exposure to Lead 1994 to 1999. U.S. Department Of Health and Human Services, Public Health Services, Centers for Disease Control and Prevention National Institute for Occupational Safety and Health, 2001.
- Mason H, Williams N, The decay of blood lead levels in workers suspended under the control of lead at work regulations. Occupational Medicine., 55:371–374, 2005.
- Lead: preventing Exposure at Work, Work Safe BC, 2006.
- National Code of Practice for the Control and Safe Use of Inorganic Lead at Work, NOHSC:2015, 1994.



Tehran University of Medical Sciences  
Institute for Environmental Research



Islamic Republic of Iran  
Ministry of Health and Medical Education  
Environmental and Occupational Health Center

# *A Guide to Lead Control in Work Place*



2050202- 0902- 1